DOTTRINA

DE' CANALI DI NAVIGAZIONE

NE' TERRENI ELEVATI.

DI C. LIPPI.

Autore del sotterramento di Pompei, e d' Ercolano per opera delle alluvioni, e non già dell' eruzione del Vesuvio del 79. siccome per XVII secoli ha insegnato la storia = della dottrina, relativa alla crosta della terra, alle metamorfosi del regno minerale, all' origine del carbone fosile dal regno animale marino, ed all' accensione de' vulcani da un tal combustibile = della classificazione delle macchine necessarie ai bisogni sociali = del programma di tutte le nozioni concernenti le scienze delle miniere, le fabbriche e manifatture metalliche, e quelle dipendenti dal regno minerale = del progetto, onde disseccare i due terzi del gran perimetro del lago Fucino, e formare col residuo delle acque un canale di navigazione, per l' unione dell' Adriatico col Mediterraneo nel regno di Napoli = del ponte pensile di ferro pel Garigliano = dell' artiglieria a vapore condensato = del canale delle Alpi, per l' unione de' tre mari = e della sostituzione della già celebre macchina di Marly.

NAPOLI

PER LE STAMPE DI LUIGI NOBILE.

1820.





AL PARLAMENTO NAZIONALE

SIGNORI DEPUTATI

Quando si tratta di proccurare, con un' impresa utile, un gran bene alla patria, non è mai abbastanza proporre, promulgare, e sviluppare ciò, che ad un tal fine conduce. Soprattutto è un dovere rivolgersi a coloro, dai quali i destini del paese sono dipendenti, onde giugnere alla meta proposta.

Quindi dopo aver avuto l'onore di presentarvi il mio programma, per l' unione dell' Adriatico col Mediterraneo, in cui sviluppo tutto l' occorrente, perchè senza spesa alcuna della Nazione si possa da una Compagnia intraprendere il canale di navigazione, da me proposto colle acque del lago Fucino, mi vedo nella necessità d' indirizzare e consacrare a Voi la presente mia pubblicazione, nella quale dò un sunto della dottrina de' canali di navigazione ne' terreni elevati, come sarebbe quello de' due mari, che bagnano il nostro Regno.

Questa dottrina generale, intanto, nell' atto che sparge trà i nostri de' lumi, relativamente a questo genere di travagli idraulici, de' quali non abbiamo ancora un esempio nel nostro paese, tende mirabilmente all' ulteriore sviluppamento, e conferma di quel, che intorno al canale di navigazione, da me per vantaggio della patria suggerito, ho già pubblicato.

Sotto questo punto di veduta oso lusingarmi, Signori Deputati, che Voi proteggerete i miei travagli, e prenderete in seria considerazione, per l' utilità che necessariamente dovrà risultarne alla Nazione, il contenuto de' medesimi.

Ho l' onore, Signori Deputati, di essere col più profondo rispetto.

C. LIPPI

DOTTRINA
DE' CANALI DI NAVIGAZIONE NE' TERRENI ELEVATI

DI C. LIPPI

Letta nella sessione della Real Accademia di Scienze del dì 8 Agosto 1820.

RISPETTABILISSIMI SIGNORI.

Chiamo dottrina de' canali di navigazione ne' terreni elevati, *il complesso de' principj teorici delle opere di vario genere, che sono dall'idraulica richieste, perchè in un paese di un suolo ineguale, e montuoso si possa stabilire un canale per la navigazione interna, sormontando tutte le diffìcoltà, che nell' esecuzione dell' opera, per cagioni locali si posson incontrare.*

Le difficoltà, Signori, fatte al mio progetto, concernente l'unione dell'Adriatico col Mediterraneo con un canale da tirarsi all' uno ed all'altro mare dal nostro Fucino, e tante cose incongrue che sono state dette, a questo proposito, da non pochi de'nostri dotti, fan conoscere quanto il paese sia ancora in dietro, trattandosi di questo genere d'imprese idrauliché, e dell' utilità pubblica, che ne risulta. Quindi ho creduto di far cosa grata alla patria, compilare il pre-

sente sommario metodico della scienza, per stabilire così una serie di principj, i quali nel mentre da un verso sono conducenti all'esecuzione, e felice riuscita delle opere di simil fatta (specialmente di quella del Fucino da me proposta), dall'altro posson servire ad illuminare i nostri cittadini, per ciò che riguarda questi travagli, ed il pubblico bene. I ministri poi, le autorità, ed in generale coloro, i quali debbon avere a cuore la prosperità della nazione, ritroveranno in questa mia produzione la bussola fedele, da servir loro di sicura scorta nelle imprese di questo genere, trattandosi delle quali son essi sovente da progettisti non istituiti, e sterili o indotti in errore, o sgomentati a fare il bene della loro patria, ovvero a spendere, senza successo alcuno, delle ragguardevoli somme di danaro.

PIANO ED OGGETTO DI QUESTO TRAVAGLIO.

Incontransi, allorchè si vuole stabilire un canale per la navigazione interna d'un paese, sia per mettere in comunicazione due mari, sia due fiumi navigabili, sia un mare con un fiume navigabile ancora, sia due città, e simili, non poche difficoltà, che rendono l'esecuzione dell'opera malagevole, e difficile, e quali richiedono de' mezzi per sormontarle. Come ad ognuna di tali difficoltà va annesso, giusta la

sua natura, un mezzo analogo, dal genio, e dalla sperienza dettato, ne segue che l' esposizione di tutti questi mezzi conduce al buon successo dell' impresa, nel mentre presenta l' insieme della dottrina in questione. Io dunque passando in rivista le varie opere idrauliche, ed i diversi ritrovati, perchè si possa, malgrado gli ostacoli locali, condurre sempre innanzi un canale navigabile in un paese, farò previamente conoscere la natura di ogni ostacolo, al quale succedendo il modo di vincerlo, avrò così ridotto ad un sistema sicuro ed infallibile tutto ciò, che riguarda i canali navigabili ne'terreni elevati, dai quali la promozione dell' agricoltura, delle fabbriche, e manifatture, del commercio, e dell'industria generale d'un paese qualunque prende mirabilmente origine (a).

(*a*) *Ho detto di sopra* ne' terreni elevati, *ossia* in un paese di un suolo ineguale, e montuoso, *perchè trattandosi di terreni piani, ne' quali i canali sono derivati dai fiumi, come quei della China, quello di* Ramanich *in Egitto, ultimamente fatto scavare dall'ottimo Mahomet Alì Bassà Vicerè, per l'unione del Gran Cairo con Alessandria, come anche i canali derivati dalla Brenta, dall' Adda, e dal Ticino in Italia, non offrono quelle difficoltà, che presentano i primi, ed in conseguenza sono di facilissima ese-*

Ciò riguarda la scienza, dalla quale bisogna partire, per assicurare la felice riuscita dell' opera, e non cada dubbio alcuno intorno alla possibilità di essa; anche perchè conviene in somiglianti casi chiudere la bocca a tanti saputelli, i quali privi di ogni cognizione, relativamente alle opere di questo genere, criticano, giudicano, disapprovano, e fanno i saccenti, spargendo la diffidenza, e scoraggiando quelli,

---

cuzione. Trà i canali ne'terreni elevati, quello che occupa il primo rango in Europa è il famoso canale della Linguadoca, detto canal du midi, *per l' unione dell' oceano col mediterraneo, opera del celebre Paolo Riquet, incominciato nel* 1666, *e terminato nel* 1680 *col favore del gran ministro Colbert, e del gran Re Luigi XIV, de' quali quest'ammirabile opera idraulica onora la memoria. Il canale non comunica con i due mari; ma dalla parte del mediterraneo si apre nella laguna, o stagno di* Thau *vicino* Sète, *che comunica col mare, e dalla parte opposta il canale fluisce nella Garonna in Tolosa, dopo un tragitto di* 120 *miglia. Questo canale, da me diligentemente visitato, è il miracolo dell' arte, ed esso solo offre tutte le opere idrauliche, destinate a vincere le difficoltà di somiglianti imprese, e delle quali farò parola in questa produzione.*

che dovrebbero proteggerle ; siccome all' opposto commendano, altre fiate, lodano, ed approvano stravaganti ed impossibili imprese, dal che non ne veggono le difficoltà. Quindi la voce di costoro, che bisogna in tutt' i casi soffocare, ridonda sempre in danno del pubblico, e non è che la scienza, messa in chiaro giorno, che può efficacemente, e di botto soffocarla.

Succede indi il vantaggio dell' impresa, e quì è ch'un' altra turba di semidotti non potendo in alcuni casi contrastarne il successo, la dichiara rovinosa, o niente giovevole alla nazione, ed in altri esalta ed encomia operazioni stolide, assolutamente rovinose. Io non darò precetti in questa parte. Spetta a quelli, che portano il timone del vascello dello stato di giudicarne. Osservo solo, che una nazione può dirsi molto infelice, allorchè costoro sono indifferenti, non calcolano, non veggono, non promuovono, non incoraggiano, e restano fluttuanti nell' incertezza, per ciò che riguarda opere tanto interessanti, nulla risolvendo, poichè dan essi così la dimostrazione di non conoscere le cose del paese, che amministrano.

Limitandomi dunque alla dottrina de' canali di navigazione, di sopra indicata, tratterò il mio assunto in due parti, nelle quali esporrò tutto ciò, che riguarda gli ostacoli di somiglianti imprese, ed i lavori inventati per superarli. Cioè nella prima parlerò della testa del-

le acque d' un canale; e nella seconda del canale propriamente detto, incominciando dal punto di divisione delle acque, che dovranno alimentarlo.

PARTE PRIMA.

Testa delle acque de' canali di navigazione. Fosse di condotta. Bacino, o Lago artificiale, onde alimentare un canale.

Quando si tratta di unire due punti d'un paese, tirando e scavando trà essi un canale navigabile, per la comunicazione interna, il primo e principale ostacolo è messo nell'ineguaglianza del suolo, ed in qualche parte montuosa intermedia ai due punti, che vogliónsi unire. La difficoltà dunque consiste nel salire in barca al di sopra della parte la più elevata, per la quale il canale debbe passare, e scendere eziandio in barca da una tale elevazione alle parti inferiori del corso del canale medesimo. L' uno e l' altro si esegue facilmente per mezzo delle chiuse, siccome farò in seguito rilevare; ma perchè le barche possano, per mezzo di queste chiuse salire, e scendere le altezze, nelle quali a tal uopo son praticate, è necessario aver dell' acqua sufficiente alla manovra delle chiuse medesime, senza di che sarebbe impossibile la cosa.

Quindi tutto il segreto dell' impresa consiste, nell' avere nel punto più elevato del passaggio del canale, dell'acqua bastante all'oggetto, ed ecco, che siccome Archimede diceva della leva *da ubi consistam*, *caelum terramque movebo*, così possiam anche noi stabilire, trattandosi di canali navigabili, per principio fondamentale de' medesimi, dicendo, *datemi dell' acqua all' altezza più grande della terra, e vi saliremo in barca, siccome in barca scenderemo nelle parti sottoposte all' altezza medesima*. Per esempio vogliam unire l'adriatico col mediterraneo, per mezzo d'un canale di navigazione, che dovrebbe intersecare il regno di Napoli, e stabilire questo canale colle acque del gran lago Fucino, che ritrovasi quasi al centro della distanza, intermedia ai due mari? Non bisogna far altro, in questo caso, per definire la possibilità dell' impresa, che determinare, se il Fucino sia, o nò superiore ai due mari suddetti. Nel primo caso l' opera è fattibile, di sicuro successo, ed avere il Fucino in quel luogo, è una benedizione del cielo, per la prosperità del paese; poichè altrimenti bisognerebbe con gravissime spese proccurarsi una gran provvista d'acqua, giusto dove sembra aver la natura di proposito messo un lago, siccome ho fatto rilevare nelle due mie produzioni sù

quest' oggetto stampate (a). Voglionsi salire e scendere le Alpi in barca, e stabilire trà la Francia e l'Italia, ed in conseguenza trà l'adriatico il mediterraneo, e l'oceano un canale di navigazione? Se al di sopra delle Alpi si potrà avere dell'acqua sufficiente, per potér riempiere le due branche del canale, e per la manovra delle chiuse, quelle alpestri barriere

(a) *Una è intitolata*: Lago Fucino ed emissario di Claudio nella Regione de' Marsi; *e l'altra*: Programma per l'unione dell'Adriatico col Mediterraneo. *Che poi il Fucino sia superiore ai due mari, è cosa indubitata, e la dimostrazione vien messa nello scolo naturale delle acque, le quali dalle vicinanze di quel lago colano verso il mediterraneo, seguendo i Liri o Garigliano, e colano verso l'adriatico, seguendo l'Aterno, e la Pescara. Se si concepisce una linea retta, che passando pel fondo del Fucino vada a terminare ai due punti opposti delle montagne, che lo circondano, si avrà dalla parte del mediterraneo una spessezza di miglia tre e mezzo del monte* Salviano, *per incontrare il pendio naturale delle acque, verso quel mare, e fu questa spessezza, che volle Claudio forare col famoso acquidotto, a cui è rimasto oggi il suo nome, per immettere il Fucino nel Liri, onde disseccarlo* (ad lacum Fu-

che separano le due gran nazioni, e che pochi anni fa erano inaccessibili alla ruota, potran offrire il maraviglioso spettacolo di esser passate in barca; ed in fatti il lago, e le abbondanti cascate d'acqua del *Mont-Cenis* rendono questo gigantesco progetto possibile, siccome ho

---

cinum exsiccandum *dicono i classici*); *nel mentre dalla parte dell' adriatico la spessezza della montagna, che separa il fondo del lago dal punto, donde le acque hanno naturalmente il loro pendio verso l' Aterno*, *e la Pescara, non è che di miglia quattro in circa. La perforazione conseguentemente di queste due montagne, costituisce la sola difficoltà dell' opera; difficoltà per altro che si supera con i mezzi da me indicati nella suddetta mia prima produzione, e difficoltà che presenta il lavoro il più spesoso dell'impresa. Dunque conchiudo, che l' impresa è possibile, di sicura riuscita, utilissima, ma spesosa, siccome ho fatto rilevare. Nulladimeno questa spesa, atteso l' utilità somma, che potrà produrre, sarebbe di lieve momento per una compagnia, qualora le verranno da una legge accordate le prerogative, da me suggerite nella seconda delle dette due mie produzioni, alla quale mi rimetto.*

dimostrato in un'altra mia produzione (a). Ecco dunque come i laghi posson diventare preziosi a quei paesi, che li posseggono. Essi all' opposto sono il flagello di quei luoghi , dove inondando le più fertili campagne , e sommergendo città e villaggi (siccome ha fatto è fa tuttavia il Fucino presso di noi) gli abitanti non san tirare partito da una massa immensa d' acqua , la quale potrebbe essere vantagiosamente impiegata nella formazione di canali navigabili, di canali di irrigazione per prati artificiali, e nel movimento di numerose meccaniche, per animare officine di ferro, trafile metalliche, filature di cotone, di seta, e di lana, mulini, meccaniche per segare pietre dure , e legname , ed altri stabilimenti simili , siccome nella suddetta mia seconda produzione ho osservato potersi fare colle acque del Fucino , dalle quali ci lasciamo placidamente ingojare.

Quando poi mancano queste preziose risorte della natura (cioè i laghi ne' luoghi i più elevati, per i quali si vuol condurre un canale navigabile) fa d' uopo allora aver ricorso a quei mezzi artificiali , dal genio inventati , e dalla sperienza ritrovati confacenti all' oggetto ; e come in questi casi fa di mestieri spendere delle somme enormi di danaro , si ha così la

---

(a) *Canal des Alpes pour la jonction des trois mers etc. Par C. Lippi.*

dimostrazione dolorosa dell' utilità somma, che presentano i laghi naturali, allorchè questi mancano dove conviene farne degli artificiali. In somma raccorre artificialmente, con quei mezzi de' quali farò or ora brevemente parola, una gran massa d' acqua nel punto il più elevato ; pel quale dovrà passare un canale progettato, o nelle vicinanze del punto medesimo, costituisce la prima opera idraulica dell' impresa.

Questa gran massa d' acqua, intanto, sia naturale, cioè un lago, sia artificiale, vale a dire un lago artefatto, ovvero un gran bacino, forma quel che comunemente chiamasi *testa delle acque de' canali di navigazione*. Essa è destinata a riempiere le due branche del canale, ed alla manovra delle chiuse, per salire e scendere tutte le altre parti elevate intermedie, che incontransi in tutto il corso del canale, ma d' un elevazione inferiore alla testa delle acque suddetta. Essa contiene acque placide, che possonsi distribuire a volontà, e nella quantità occorrente alle due branche, o all'una, o all'altra. Essa assicura l' esercizio, e la continuazione della navigazione in tutte le stagioni dell'anno, giusto perchè le sue acque sono placide, e disponibili come si vuole, e la quantità di esse non è alterata affatto dalla siccità, o dalle alluvioni. Essa finalmente, per queste eccellenti qualità, offre l' incomparabile vantaggio di poter allontanare il corso del canale dai fiumi, i

quali nell'inverno, ed in tempo di dirotte piogge uscendo dai loro letti, ed inondando le campagne vicine, riempirebbero di terre e pietre il canale, ostruendolo, e tenendo la navigazione sospesa per tutto il tempo, in cui con non lievi spese bisognerebbe purgarlo, nettarlo, e votarlo.

Ma con quali mezzi si può formare la testa di un canale di navigazione, allorchè nel luogo richiesto non ritrovasi un lago naturale per l'oggetto? Ecco cio, ch' è stato da me osservato nè miei viaggi.

L' immortale Riquet, autore del famoso canale della Linguadoca, a cui gl'ignoranti ingegneri ed architetti di quei tempi rimproveravano (allorchè fu presentato al governo, e perseguitato il suo progetto, che diede poi per risultato il più bello, maraviglioso, ed utile monumento idraulico, che possiede oggi la Francia, o per dir meglio l'Europa) di voler condurre il canale al di sopra di *Naurouse,* luogo elevato 96 tese, 5 piedi, 11 pollici al di sopra del mediterraneo *quando*, dicevan essi, *avrebbe egli potuto portarlo innanzi, al di sotto delle alture*, *seguendo il corso del Lers e del Fresquel*, l' immortale Riquet, io dissi, avvertì allora i suoi opponenti, che i fiumi dovean considerarsi come i nemici naturali de' canali artificiali di navigazione, e pose per principio fondamentale, che i canali dovean avere la testa

delle loro acque nel luogo il più elevato del loro corso, acque che dovean essere tranquille, e disponibili a norma del bisogno. Egli conseguentemente progettò la formazione di un lago artificiale in un luogo più elevato ancora di *Naurouse*, e fu nella *Montagna nera*, che andò a ricercare, ed a raccorre le acque necessarie.

Sicchè una diga inalzata a traverso del fiume *Alzau* vicino il villaggio detto *Lacombe*, arresta le acque del fiume, le quali vengono ricevute in una fossa di condotta (*Rigole de la Montagne*), che prolungandosi a gran distanze, riceve indi le acque de' fiumi, e torrenti *Cantamerle*, *Bernassonne*, *Lampy*, e *Riutort*, per condurle nel gran bacino chiamato *S. Ferriol*, di cui farò in seguito parola. Detta fossa ha 10 piedi di larghezza, 3 di profondità, e 14600 tese di lunghezza. Le acque giunte al bacino di *S. Ferriol* son condotte a *Naurouse* (dove è il punto di divisione delle acque, e da dove son versate verso il mediterraneo, e verso l'oceano) da un altra fossa di condotta (*Rigole de la plaine*), che ha 12 piedi di larghezza, 3 di profondità, e 13300 tese di lunghezza. Le appendici delle due fosse, ne aumentano ancora la lunghezza, in modo che dalla prima presa d'acqua fatta nel fiume *Alzau*, sino al punto di divisione di *Naurouse*, non ostante che in linea retta la distanza sia di 17 imiglia, il cammino delle acque importa nelle fos-

se di condotta 30060 tese, ossia più di 30 miglia. È poi calcolata a 9000000 di tese quadrate la superficie delle sorgenti, e de' terreni, che versano le acque delle piogge nelle fosse di condotta indicate, e nel gran bacino di *S. Ferriol*. Nella gran lunghezza, inoltre, suddetta delle due fosse sono stati fatti de' lavori sorprendenti, cioè perciamenti nel monte, volte di fabbrica sul fondo delle fosse, per impedire le feltrazioni, ponti acquidotti, e simili. Ecco dunque quali travagli, e spese immense sono state fatte nella *Montagna nera* in Francia, per avere un gran deposito d' acqua, onde animare il famoso canale della Linguadoca; a quali spese aggiungendovi quelle fatte per la costruzione del lago artificiale, ossia gran bacino di *S. Ferriol*, si vede manifestamente quanto il nostro paese sia stato favorito dalla natura, con aver posto il lago Fucino nel centro quasi della larghezza del nostro Regno, ed in un' elevazione superiore all' Adriatico, ed al Mediterraneo, in modo che senz' esser noi obbligati a spendere un sol quattrino, abbiamo la testa dalle acque per la formazione del canale d' unione de' due mari. Allorchè parlerò in seguito delle prese d' acqua, fatte sopra tanti fiumi, che incontransi nelle vicinanze delle due branche del canale della Linguadoca, e ciò per alimentare il canale (poichè non ostante tante opere eseguite, il lago artificiale di *S. Ferriol*, il quale

contiene un milione di tese cube d' acqua, non sarebbe stato sufficiente all'oggetto) allorchè, ripeto, parlerò delle prese suddette, farò ulteriormente rilevare il gran dono della natura fattoci col Fucino, il quale contenendo almeno 308 milioni di tese cube d' acqua, potremmo colle medesime alimentare un canale di 36960 miglia, siccome ho dimostrato. Conseguentemente nella formazione del nostro canale per l' unione de' due mari, non saremo obbligati di fare delle prese sopra i fiumi vicini, per tenerlo continuamente in attività, ed in conseguenza non saremo obbligati a fare tante spese, siccome sono state fatte in Francia; giacchè il solo Fucino ha delle acque tanto superflue al bisogno, che i due terzi di esse potran essere disseccate, restirgendone il perimetro, e restituendo all' agricoltura un' immensa quantità di fertilissimi terreni, siccome nelle mie produzioni suddette ho fatto rilevare ; ma ritorno donde era partito, cioè alla testa delle acque de' canali di navigazione.

Sotto il nome, dunque, di testa delle acque d' un canale di navigazione si han da intendere due generi di lavori ; uno per ciò che riguarda *le fosse di condotta*, onde raccorre le acque, e condurle al gran deposito, ossia magazzino generale delle medesime, e l' altro concernente questo magazzino istesso, detto anche *bacino, o lago artificiale*. Farò brevemente pa-

rola dell' uno, e dell' altro genere de' lavori divisati.

Le fosse di condotta sono, come abbiam veduto, degli scavamenti lunghissimi, in forma di fossati, destinate a raccorre le acque, e condurle nel gran bacino. Le fosse tirano, e raccolgono le acque o dai fiumi, torrenti, e ruscelli vicini, (siccome le abbiam vedute tirate dall' *Alzau*, *Cantamerle*, *Bernassonne*, *Lampy*, e *Riutort* nella *montagna* nera in Francia); ovvero le ricevono dai terreni su de' quali cadono le piogge, superiori alle fosse nelle quali le acque colano. Perchè i fiumi, i torrenti, ed i ruscelli possan somministrare le loro acque alle fosse di condotta, uopo è chiuderli con una diga trasversale di fabbrica in un luogo prossimo alla fossa, onde le acque sian immesse in questa, che dalle sponde de' medesimi incomincia ad aprirsi, siccome è stato praticato nel *Alzau*. La diga debbe essere poco elevata, sufficiente cioè a far gonfiare i fiumi, e le altre acque correnti, onde possan queste rifluire nella fossa. La fossa inoltre sarà sempre munita d' una cateratta, perchè in tempo delle piene possa chiudersi all' altezza che si vuole, e la fossa non sia inondata. Non è questo il luogo di parlare della costruzione delle dighe, mercè le quali le acque correnti son derivate nelle fosse di condotta. Quando poi le fosse debbon ricevere le acque piovane, allora conviene prati-

care le fosse alla base di tutte le elevazioni de' terreni, circondando con le medesime tutte le alture, ed i monti, affinchè le acque delle piogge vadansi a raccorre nelle medesime. Così per esempio si è praticato in *Schemnitz* in Ungheria, in *Freyberg* in Sassonia, e nello *Hartz*, in quali luoghi delle fosse di condotta di molte leghe di lunghezza riuniscono le acque delle piogge, che cadono sopra de' monti, le acque provegnenti dalle nevi liquefatte, quelle de' fiumi, torrenti e ruscelli, e con quali acque tutte sono stati fatti gran laghi artificiali, per animare tante meccaniche di quelle miniere. Nello *Hartz* si contano 56 di tali laghi, descritti dal *Calvoers*, che mettono in movimento macchine idrauliche, per l'elevazione delle acque, e de' minerali, meccaniche per lo pestamento di questi, e le macchine ventilatorie delle fonderie, siccome ho io osservato in *Zellerfeld*, *Zillerthal*, *Clausthal*, *Andreasberg* etc. etc. Quindi il nostro Fucino oltre al canale per l' unione de' due mari, che potrebbe alimentare col terzo delle sue acque, sarebbero anche queste sufficienti a mettere in movimento una gran quantità di meccaniche, che nel corso del canale si potrebbero stabilire, siccome ho fatto rilevare.

Quando si tratta di calcolare la quantità d' acqua, che debbe contenere un bacino per alimentare un canale di navigazione, dietro il

calcolo del consumo d'acqua, che si fa dal canale, giusta i principj, de' quali farò qui appresso menzione ; bisogna eziandio definire col calcolo qual è la quantità delle acque piovane, e delle nevi liquefatte, che dalle fosse di condotta potrà esser portata al gran bacino. Questo secondo calcolo è fondato sopra due principj. Primo sulla conoscenza della quantità di acqua media, che in pollici cubi cade in piogge sopra un piede quadrato di terreno del paese, in cui per mezzo delle fosse voglionsi raccorrere in un bacino le acque piovane. Secondo sulla conoscenza delle tese quadrate di superficie de' terreni superiori alle fosse di condotta, nelle quali le acque voglionsi far colare, ed abbiam già veduto che la superficie delle sorgenti, e de' terreni che versano le acque nelle fosse di condotta della *montagna nera*, e nel gran bacino di *S. Ferriol* importa 9000000 di tese quadrate. Così conosciuta l'acqua annua piovana, fa di mestieri sottrarre dalla quantità ritrovata quel che dal terreno, in cui le acque piovane cadono, assorbito viene. Il residuo indica la quantità d' acqua, che deve fluire nel bacino. Ma riguardo all' assorbimento, questo varia, secondo la natura de' terreni, ciò che non si può definire, se non che con delle sperienze, analoghe all' oggetto.

Similmente volendosi calcolare la quantità d' acqua, che le fosse di condotta ricevono dai

fiumi, dai torrenti, e dai ruscelli, uopo è stabilire il calcolo sulla così detta *mola*, *e pollice d' acqua* che dai medesimi si ottengono. Si chiama *mola d' acqua*, un volume di questo fluido, che sorte da un' apertura larga 8 pollici, alta 6, premuta da una carica di 8 a 9 piedi dell' acqua istessa. La sperienza ha dimostrato, che una mola d' acqua somministra 85 tese cubé di fluido in ogni ora. Dicesi *pallice d' acqua* la quantità di questo fluido, che in un minuto sorte fuora da un' apertura circolare di un pollice di diametro, ritrovandosi l' acqua due linee soltanto al di sopra dell' apertura medesima. Un pollice d' acqua dà in ogni ora 24 piedi cubi d' acqua. Con i dati, in somma, di sopra esposti, si può calcolare la quantità delle acque, che le fosse di condotta possono condurre al gran bacino, sian essi provegnenti dalle piogge, sia dai fiumi, dai torrenti, e dai ruscelli.

Dirò in questo luogo due parole intorno alle difficoltà, che incontransi nella formazione delle fosse di condotta, e de' ritrovati onde superarle, ed avrò in questa guisa esposto, quel che concerne il primo genere de' lavori della testa delle acque d' un canale di navigazione.

Non sempre il suolo, sù del quale si han da scavare le fosse di condotta è fatto da terre, facile ad esser aperto colla zappa. Sovente le fosse han da essere condotte sulla roccia vi-

va, quale bisogna che sia minata, o tagliata col piccone, ciò che accresce oltremodo la spesa. Così per esempio nella *montagna nera* la fossa di condotta detta della montagna (*Rigole de la montagne*) dalla presa del *Alzau* sino al luogo detto *les Campmases*, è stata tagliata, per la lunghezza di 2845 tese, circa tre miglia, nella roccia viva.

Altre volte le fosse di condotta incontrano una montagna, che bisogna forare, perchè possan le fosse passarvi a traverso, siccome è stato fatto nella montagna *les Campmases* di sopra indicata, con un perciamento di 120 tese. La fossa di condotta dopo aver traversato questo perciamento, coperto da una volta, si precipita nel letto del *Laudot*, formando una cascata di 25 piedi.

Qualche altra volta le fosse di condotta han da passare per un suolo solcato, e pieno di vene, le quali assorbiscono, e fan sparire le acque. In questo caso il fondo della fossa dovrà esser battuto con un suolo di argilla, perchè le acque non sian assorbite.

In qualche altra circostanza una porzione delle fosse di condotta si sprofonda, coll' interruzione del corso dell' acqua, siccome avvenne nel 1748 alla fossa della montagna (*Rigole de la montagne*) vicino *les Campmases*. Il ritrovato pel cammino dell' acqua, fu quello

di stabilirvi al di sopra una volta di fabbrica, sulla quale l'acqua prese il suo corso.

Avviene anche qualche volta che sulle fosse di condotta si precipitano le acque torbide di qualche torrente, o ruscello, le quali riempirebbero di terre, e pietre le fosse medesime, senza un conveniente riparo. Così il ruscello detto *S. Felice*, il quale costituisce un ramo del *Fresquel*, attraversa la fossa detta della piana (*Rigole de la plaine*) sopra di un ponte di legno, con de'parapetti laterali in forma di cassa, sul fondo di qual ponte si depositano le terre, e pietre delle piene del ruscello, il quale sbocca dall' altra parte della fossa. Il ponte suddetto chiamato *la Cale de S. Felix* si purga poi delle materie depositatevi dal ruscello, ed in questa guisa la fossa non è nè intorbidata, nè ripiena dalle materie suddette.

Vengo adesso al secondo genere de'lavori, per la formazione della testa delle acque de'canali di navigazione, ossia a ciò che riguarda il magazzino generale, ossia gran bacino, o lago artificiale, destinato e contenere il gran deposito delle acque, che vi portano le fosse di condotta di sopra descritte.

In primo luogo dunque fà di mestieri determinare la capacità del bacino, capacità che debbe esser tale, da poter soddisfare i bisogni del canale progettato. Si tratta, in somma, di definire il consumo d'acqua, che dal canale

proposto dovrà annualmente farsi, onde il gran bacino, o lago artificiale sia idoneo a poter contenere l' acqua, che dovrà alimentare il canale medesimo. Quindi il consumo del canale, e la capacità del bacino, han da calcolarsi dai seguenti principj.

I. Il consumo d' acqua, che annualmente si fà da un canale di navigazione si compone; 1.° dalla quantità dell' acqua, necessaria a riempiere il canale; 2.° dalla quantità dell' acqua, che vien consumata dall' evaporazione, che si forma alla superficie del canale, e dalla feltrazione, che ha luogo nel suo fondo; 3.° dalla quantità d' acqua, che si richiede per la manovrà delle chiuse per salire, e scendere le alture. Esaminerò partitamente, e brevemente questi tre capi di consumo.

II. Per conoscere la quantità di acqua, necessaria a riempiere un canale di navigazione, uopo è determinare le dimensioni del canale. Suppongo che debba farsi un canale della lunghezza di 60 piccole leghe di 2090 tese ognuna, ossia della lunghezza di circa 125 miglia. Suppongo che la larghezza del detto canale debba avere 60 piedi alla superficie, e 32 piedi al fondo, come è quello della Linguadoca=46 piedi di larghezza media. E suppongo finalmente che la profondità debba essere di 6 piedi, quanto è quella del canale suddetto della Linguadoca. Conseguentemente riducendo tut-

to a piedi, avremo, lunghezza del canale 60 leghe di 2090 tese=752400 piedi; larghezza media, come sopra, 46 piedi; profondità 6 piedi. Dunque per determinare la capacità del canale, ossia per definire l' acqua necessaria a riempierlo, avremo 752400 × 46 × 6 = 207662400 piedi cubi = 961400 tese cube d' acqua.

III. Per determinare, inoltre, la quantità d'acqua, che si evaporà alla superficie del canale, e quella che si perde al fondo di esso, à cagione delle feltrazioni, devo far rilevare, che dalle reiterate osservazioni, fatte e ripetute diligentemente resta ora provato, che l' evaporazione la quale si forma alla superficie d' un canale in un paese, il di cui clima è come quello della Linguadoca, ascende annualmente a $^3/_5$ della massa totale dell' acqua nel canale contenuta. Similmente è stato determinato, che la quantità media delle feltrazioni, che si fanno nel fondo di un canale, cioè nelle parti di esso che perdono più acqua, e nelle parti che ne perdono meno, importa $^{12}/_5$ della massa totale. In conseguenza il consumo dell' evaporazione, e delle feltrazioni, importa annualmente $^{15}/_5$ della massa totale suddetta= a tre volte la quantità d' acqua, contenuta nella capacità del canale. Quindi se si multiplica per 3 la capacità del canale ritrovata, si avrà la quantità d' acqua, che dal canale verrà consumata a cagione dell'

evaporazione, e delle feltrazioni suddette. In conseguenza nel caso presente avremo 961400 tese cube (capacità del canale) × 3 = 2884200 tese cube d'acqua, ossia = al consumo che il canale farà annualmente di questo fluido a cagione dell'evaporazione, che avviene alla sua superficie, ed a cagione delle feltrazioni, che si fanno al fondo del medesimo.

IV. Per determinare finalmente la quantità d'acqua, che il canale in questione consumar debbe per la manovra delle chiuse, onde salire, e scendere in barca le alture, bisogna partire dai seguenti principj.

A. Suppongo (e qui devo prevenirvi, Signori, che questa, e le altre supposizioni che da me arbitrariamente si fanno nel caso presente, non han da servire ad altro, se non che a fissare i principj, dai quali bisognerà partire, ogni qual volta sarà questione della formazione d'un canale qualunque, in qual caso l'impresa presentando altri dati, questi dovran essere risoluti con l'applicazione degli stessi principj, de' quali mi servo in questa produzione) che si abbiano da trasportare annualmente tre milioni di cantaja di generi pel canale di sopra proposto.

B. Suppongo che le barche, destinate a fare questo trasporto, possano essere caricate con 2000 cantaja, giacchè molte barche del canale della Linguadoca portano questo carico.

C. Conseguentemente tre milioni di cantaja divisi per 2000, danno 1500 barche, che saran richieste per l' intero trasporto.

D. In conseguenza il consumo d' acqua, che si farà dalle chiuse, per far salire, e scendere annualmente le 1500 barche sulle alture del canale, sarà eguale a 500 *chiusate*, per la salita, ed a 500 *chiusate* per la discesa=1000 chiusate annue; per la ragione che in ogni chiusata potran essere contenute tre barche. Si chiama in idraulica *chiusata* (*éclusée*) la quantità d' acqua in una chiusa contenuta, sia per far salire con essa le barche ad una data altezza, sia per farle scendere in giù dall'altezza medesima. Egli è cosa nota, che una chiusata d' acqua può far salire tre, o più barche ad un'altezza qualunque, allorchè si ritrova stabilita sopra quest' altezza una serie di chiuse, d'una capacità proporzionata al tonnellaggio delle barche. In fatti come l' acqua che un bacino d' una chiusa, o d' una ritenuta (è qui devo anche prevenirvi, Signori, che per ritenuta bisogna intendere una porzione d' un canale di navigazione, compresa tra due chiuse) versa nel bacino, o nella ritenuta susseguente, vien rimpiazzata dall' acqua del bacino, o della ritenuta che precede, egli è chiaro, che una sola chiusata è sufficiente, per far salire le barche in tutta la serie delle chiuse. Nell' istessa guisa una sola chiusata può far scendere le bar-

che da un' altezza data ad un piano inferiore, allorchè si ha un' altra serie di chiuse sull' altezza medesima; poichè in questo caso l'acqua che vien versata nel bacino superiore, porta successivamente le barche nel secondo, terzo, quarto bacino, etc. etc, e le conduce sino allo sbocco del canale, facendole passare da una ritenuta all' altra.

E. Dunque nel caso presente avremo bisogno di 500 chiusate d' acqua, per far salire le 1500 barche al punto più elevato del canale (punto di divisione dell' acqua nelle due branche), ed inoltre avremo bisogno di altre 500 chiusate, per far scendere le dette 1500 barche al punto più basso del canale medesimo. In una parola il consumo annuo che dal canale proposto dovrà farsi per la manovra delle chiuse, onde con 1500 barche si possan trasportare sul canale tre milioni di cantaja di generi, ascende a 1000 chiusate.

F. Calcoliamo adesso quante tese cube importa una chiusata d' acqua; indi multiplichiamo per 1000 la capacità d' una chiusa, ed avremo così la quantità d' acqua, espressa in tese cube, che le chiuse han di bisogno annualmente per far salire, e scendere le 1500 barche nelle parti elevate del canale.

G. In seguito delle dimensioni conosciute delle chiuse, si ritrova col calcolo, che la capacità cuba d' un bacino d' una chiusa, per la

portata di tre barche, il tonnellaggio di ciascuna delle quali sarebbe 2000 contaja, come nel caso presente, è eguale ad un parallelepipedo di 100 piedi di lunghezza, di 30 piedi di larghezza e di 10 piedi di altezza; cioè eguale ad un parallelepipedo di 3000 piedi di base, e di 10 piedi di altezza, ciò che forma 30000 piedi cubi d' acqua per ogni chiusata. Or tre barche del tonnellagio di 2000 cantaja, galleggiano in un bacino di una chiusa, ripiena d' acqua, la di cui capacità sarebbe eguale al parallelepipedo, or ora accennato. E che sia così, mettendo eguale a 70 libbre un piede cubo d' acqua, avremo 30000 $\times$ 70 $=$ 2100000 libbre pel peso dell' acqua, contenuta in un bacino, ossia pel peso d' una chiusata. E come le tre barche sono della portata di 6000 cantaja $=$ 600000 libbre, egli è chiaro che dandosi al legno di ogni barca il peso eccessivo di altre 100 cantaja $=$ 10000 libre, avremo 10000 $\times$ 3 $=$ 30000 $+$ 600000 $=$ 630000 libbre pel peso delle tre barche, e de' generi, coi quali saran esse caricate. Or come il peso dell'acqua contenuta nel bacino della chiusa, importa 2100000 libbre, ne segue che prendendosi soltanto $1/3$ di questo fluido pel volume delle tre barche, queste deggion galleggiare nel bacino, poichè $\frac{2100000}{3} =$ 700000 libbre, nel mentre le tre barche col loro carico non pesano che 630000 libbre. Dunque 30000 (capacità d' una chiusata in piedi

cubi) × 1000 (numero delle chiusate) = 30000000 di piedi cubi d' acqua = 138888 $^{8}/_{9}$ tese cube per le 1000 chiusate; ossia pel consumo d' acqua, che si farebbe delle chiuse nel caso proposto.

IV. Dal fin qui detto risulta, che la quantità d' acqua annualmente necessaria alla navigazione del canale proposto, sarebbe la seguente.

Per avere il canale pieno, tese cube 961400

Consumo d' evaporazione, e di feltrazione, tese cube . . . 2884200

Consumo per la manovra delle chiuse, tese cube . . . . 138888 $^{8}/_{9}$

Quantità totale, tese cube . . 3984488 $^{8}/_{9}$

V. In conseguenza la capacità del gran bacino, ossia del lago artificiale, necessario a contenere tutta l'acqua, per alimementare il canale in questione, importerebbe 3984488 $^{8}/_{9}$ tese cube. Pria di andar più oltre, non posso far a meno, in questo luogo, di osservare, e ciò pel bene della nostra patria, che contenendo il nostro Fucino almeno 308 milioni di tese cube d' acqua, come ho dimostrato: disseccandosi, col canale per l' unione de' due mari, i due terzi del detto lago, restituendo all' agricoltura i due terzi de' fertilissimi terreni, occupati ora dal lago medesimo, che ha il perimetro di 50 miglia: ed importando le acque re-

residuali , ossia il terzo delle acque attuali , 102666666 $^2/_3$ tese cube , si scorge chiaramente qual immensa quantità di acqua noi abbiamo per alimentare il canale d' unione dell' Adriatico col Mediterraneo, della lunghezza di 120 miglia, paragonata a quella del canale in questione, che avendo 60 leghe , ossia 125 miglia in circa di lunghezza, richiede soltanto 3984488$^8/_9$ tese cube d'acqua, come sopra. Con ciò abbiamo la dimostrazione, che senza far spesa alcuna per raccorre , con fosse di condotta , e per conservare, con un lago artificiale, le acque pel nostro canale, abbiamo già un deposito esorbitante d' acqua, nel residuo del Fucino da disseccarsi , residuo ch' è idoneo non solo ad alimentare il nostro canale, ma ad animare eziandio una gran quantità di meccaniche per la metallurgia, per le fabbriche, e per le manifatture, siccome ho già un' altra volta osservato.

VI. Suppongo che nè fiumi , nè torrenti vi siano, per somministrare al gran bacino, che si vuol fare, i 3984488 $^8/_9$ di tese cube d' acqua ; e che questa quantità si abbia da tirare dalle acque piovane, e da quelle delle nevi liquefatte, che cadono sulla superficie del terreno, superiore al gran bacino, e che possonsi in questo per mezzo de' fossi condurre, che si fan circolare intorno intorno a tutto il terreno superiore suddetto . Questi fossi non richiedono più di 4 piedi di larghezza, per 3.

di profondità, siccome si pratica in *Schemnitz*, e nello *Hartz*. Suppongo, inoltre, che la quantità media dell' acqua piovana, e di quella risultante dalla liquefazione delle nevi, importi annualmente (dedotta quella delle feltrazioni, e dell' evaporazione) tre piedi cubi sopra ogni piede quadrato della superficie del terreno superiore suddetto, o $\frac{1}{2}$ tesa cuba sopra ogni tesa quadrata. Dunque per avere 3984488 $\frac{8}{9}$ tese cube d' acqua dalle acque piovane, e dalla liquefazione delle nevi, si avrà bisogno d' una superficie di terreno, superiore al gran bacino, che si vuol stabilire, di 7968977 $\frac{7}{9}$ tese quadrate; giacchè $\frac{1}{2}$ tesa cuba d' acqua : 1 tesa quadrata di superficie : : 3984488 $\frac{8}{9}$: x = 7968977 $\frac{7}{9}$ tese quadarte = 1 $\frac{3600877}{4368100}$ leghe quadrate di 2090 tese. Siano due leghe quadrate di superficie.

VII. Qualora poi il paese offrisse fiumi, o torrenti, ne' quali alzata una diga, per far gonfiare le acque all' altezza di 8 a 9 piedi; si facessero rifluire in fosse di condotta, in questo caso per conoscere se da detti fiumi, e torrenti digati si potran avere li 3984488 $\frac{8}{9}$ di tese cube d' acqua, onde raccorle nel gran bacino da farsi, il calcolo dovrà esser poggiato sul numero delle *mole d' acqua*, che da detti fiumi, e torrenti si potran avere. Abbiamo già veduto che una mola d' acqua somministra

in un' ora 24 piedi cubi d' acqua = 576 piedi cubi in 24 ore = 210240 piedi cubi in un anno di 365 giorni. Perciò 3984488 $^{5}/_{9}$ tese cube formando 860749600 piedi cubi, avremo la seguente proporzione 210240 : 1 : : 860749600 : x = 4094 $\frac{179}{1314}$ mole d' acqua.

Finalmente quando il paese presentasse qualche superficie di terreno, superiore al luogo, in cui dovrà essere stabilito il gran bacino, o lago artificiale, onde tirare, per mezzo de' fossi, dalle piogge, e nevi liquefatte una parte dell' acqua richiesta; similmente qualora il paese presentasse ancora qualche fiume, e de' torrenti, per derivare da questi l' altra parte, in questo caso determinando colla geometria la superficie suddetta in tese quadrate, e riducendo ad un numero di mole d' acqua il fluido, che si potrà ottenere annualmente dalle acque correnti indicate, si conoscerà (applicando all' una, ed all' altra sorgente i principj, esposti ne' paragrafi VI. VII.) il numero delle tese cube d' acqua, che verrà somministrato dalle acque piovane, ed anche il numero delle tese cube d' acqua, che le correnti accennate daranno, onde avere li richiesti 9384488 $^{5}/_{9}$ di tese cube d' acqua, per la formazione del gran bacino in questione.

Che se poi nè i terreni superiori suddetti, nè i fiumi, ed i torrenti fossero sufficienti a

somministrare al gran bacino, o lago artificiale tutta l'acqua calcolata, e necessaria al bisogno, in questo caso bisognerà fare delle prese ne' fiumi, che si ritroveranno nelle vicinanze del canale, siccome vedremo in seguito essere stato praticato nel canale della Linguadoca, non ostante il gran bacino di S. *Ferriol*, che contiene un milione di tese cube d' acqua.

Spiegati, col fin quì detto, gli artifizj, coi quali si perviene ad avere l' acqua necessaria per lo stabilimento del gran bacino, o lago artificiale; passo ora ad indicare ciò, che riguarda le particolarità, e la costruzione del medesimo.

Il luogo, dunque, il più idoneo per un tale stabilimento debbe essere una vallata, fiancheggiata da due monti laterali, in mezzo a' quali la vallata dovrà essere chiusa da una gran diga di fabbrica, per arrestare le acque, che vi si han da condurre dalle fosse di condotta suddette. A qual effetto il sito della vallata dovrà esser tale, da potervi metter foce le fosse. Quando per la vallata vi scorre un fiume, o un torrente, per profittare anche delle sue acque, quel sito pel bacino è il migliore. Le caratteristiche di una buona diga sono 1.° di esser forte, per resistere alla pressione laterale della gran massa d' acqua; 2.° di esser impermeabile a questo fluido, onde non resti alterata, e guasta dal medesimo; 3.° di esservi un

meccanismo facile e ben inteso, ad oggetto di dar l' uscita a volontà alle acque; 4.° di presentare una ragionata economia nella sua struttura.

Ciò premesso, dirò due parole intorno al lago di *S. Ferriol*, che Belidoro chiama *la più bella*, *e la più magnifica opera idraulica*, *eseguita dai moderni*. (Vedi la sua architettura idraulica tomo IV. pag. 564); ed esaminando la struttura della sua diga, farò rilevare se in essa si verifichino, o nò le caratteristiche di sopra descritte, sostenendo io di nò, per le ragioni quì appresso. In conseguenza farò conoscere qual debbe essere la migliore costruzione d' una diga d' un gran bacino, giusta quel ch' è stato da me osservato ne' miei viaggi.

Il lago di *S. Ferriol* si ritrova rinchiuso in un vallone, pel quale correa il *Laudot*, che aggiungne ora le sue acque a quelle, che vi son condotte dalla fossa descritta (*Rigole de la montagne*). È situato a circa due miglia dalla città di *Revel*, dove sono delle belle fabbriche di coperte di lana. Il lago chiuso dalla sua immensa diga, rappresenta, allorch' è pieno, un triangolo scaleno, il di cui lato più piccolo è a contatto della diga, e gli altri due, d' una picciola differenza tra loro, si appoggiano alle due coste opposte laterali. La costa sinistra è molto elevata, e la sinistra bassa,

in modo che per una data lunghezza è quasi al livello della superficie del lago. La lunghezza del lago è di 800 tese; la larghezza, vicino la diga, 400 tese; e la sua profondità più grande 100 piedi. Contiene un milione di tese cube d'acqua. Questa capacità è stata determinata in seguito di essere stato levato il piano di tutt' i letti d'acqua, ad ogni nove piedi dell' altezza del lago; con essere stato in seguito calcolato ogni letto dal piano, e sommata la massa cubà dell'acqua di tutt' i letti. Abbiamo già veduto che la superficie delle fosse de' terreni, e delle correnti, che vi conducono l'acqua, ascende a 9000000 di tese quadrate in superficie. La diga è fatta da tre mura parallele, che si stendono dall' una all' altra costa, chiudendo il vallone. Queste tre mura sono incastonate nella roccia viva in tutta la loro lunghezza. Il muro di mezzo è distante 32 tese dai due esteriori. Gl' intervalli intermedj son ripieni da due terrapienamenti fatti da brecciame e terra. La diga ha 100 piedi di elevazione verticale, e 80 tese di spessezza (*a*). Ogni terrapienamento è attraversato, nella sua larghezza, da due volte di fabbrica, messe

---

(a) *Ho dedotto questa spessezza, giacchè l'autore non la specifica, dall' opera dell' illustre sig. generale Andreossy* (Histoire du canal du midi) *dalla quale ho tirato*

l' una sopra dell'altra. La volta inferiore corrisponde al letto del *Laudot*, chiamata volta d' inferno (*Voûte d'enfer*), per la quale le acque del lago sortono al giorno. La volta superiore non ritrovandosi nell' istesso piano verticale dell' inferiore, si è dovuto fare un gomito a questa, in guisa che de' sotterranei non piccioli si veggono nel corpo, ossia nella spessezza della diga. Al fondo della diga vi sono tre grandissime chiavi messe nel muro interno, per dar l'uscita all' acqua. Si va a queste chiavi per una galleria a volta, il di cui suolo ha una certa inclinazione, per far colare le acque. Allorchè si apre una chiave, e si fa uscire l' acqua, questa cagiona al di sotto di quelle concamerazioni uno strepito orribile, che inteso da me, mi fece paura. Il lago di *S. Ferriol* si mette a secco ogni anno nel mese di decembre, per nettare il fondo, e farvi le riparazioni necessarie. Si comprende che l' acqua non può uscire interamente per le chiavi, giacchè quella del fondo si ritrova carica di melma, ossia limo, che la rende come se fosse pastosa. Per purgare di questa materia il fondo del lago, allorchè le acque, che

---

le dimensioni, e le particolarità del canale della Linguadoca, da me, con questo libro alla mano, in tutta la sua lunghezza visitato.

colano per le chiavi, si sono abbassate sino a sei piedi al di sopra del fondo, le chiavi si chiudono, e si aprono due aperture quadrate, fatte nel muro interno della diga, chiuse da due gran pale di ferro, per quali aperture le melme son cacciate fuora dalla corrente dell'acqua, ch'entra dalla fossa di condotta descritta nel lago. Allorchè si fa quest' operazione il canale è alimentato dalle acque del fiume *Sor*, le quali sono condotte al punto di divisione in *Naurouse* dalla fossa di condotta della piana (*Rigole de la plaine*). Similmente il canale è alimentato dalle acque, che la fossa della montagna (*Rigole de la montagne*) dovrebbe condurre nel lago, ma che sono deviate da questo per mezzo d' un' altra fossa, la quale le conduce nel letto del *Laudot* al di sotto del lago.

Premesse queste particolarità della diga del gran bacino di *S. Ferriol*, se noi ne vogliamo esaminare la costruzione, la ritroveremo difettosa, per le seguenti ragioni.

Primieramente una diga di 100 piedi di elevazione verticale, e di 80 tese di spessezza in tutta la sua altezza, è contraria all' economia. La pressione de' fluidi contro le pareti de' vasi che li contengono, essendo in ragione diretta delle profondità, ne segue che la spessezza delle dighe d' un lago deve andar crescendo da sopra in sotto, in forma di piano incli-

nato. Una spessezza maggiore, nelle parti superiori, sarebbe molto spesosa, e superflua, ossia inutile, come in *S. Ferriol*. E che sia così, i laghi artificiali della bassa Ungheria, come quelli di *Schemnitz*, *Windschacht* etc. sono digati con dighe a piani inclinati da dentro, e da fuora, formando un prisma triangolare troncato, a basi parallele. Quindi la spessezza della diga decresce, e deve decrescere da sotto in sopra. Questa costruzione divide l'altezza dell' acqua, contenuta nel lago, in tanti letti orizzontali, ciascuno de' quali gravitando sull' inclinazione della diga, l'acqua si ritrova divisa come in tante colonne di varia altezza. Ed essendo la pressione de' fluidi, sul fondo e sulle pareti de' recipienti che li contengono, il prodotto del peso del fluido istesso, che nasce dalla base, multiplicata per l' altezza, ne segue che ciascun letto d' acqua esercita la sua proporzionale pressione contro la sua corrispondente altezza della diga; in guisa che l' inclinazione della diga divide sopra ciascun punto di essa la pressione totale dell' acqua, donde sorgono letti di varia altezza, ciascuno de' quali ritrova nella varia spessezza dell' altezza della diga una resistenza, proporzionale alla pressione, che vi produce. Dietro dunque i principj dell'idrostatica, la diga di *S. Ferriol* è difettosa, e la ragionata costruzione delle dighe d'Ungheria dimostra, nella pratica, un tal difetto.

In secondo luogo i terrapienamenti della diga di *S. Ferriol* essendo fatti con brecciame, e terra, l' acqua del lago che trapela, e si fa strada a traverso del muro interno suddetto, pervenuta ai terrapienamenti, vi ha formato de' stillicidj, i quali da giorno in giorno crescendo, cagionano de' guasti di conseguenza alla diga. In fatti nella così detta volta d' inferno (*Voûte d' enfer*) gli stillicidj sono così grandi, che sembrano una pioggia. Essendovi io entrato, restai talmente bagnato, che dovei far accendere un gran fuoco nell' alloggio del custode del lago, per asciugarmi. Sono stati fatti varj progetti, per frenare le feltrazioni, che minacciano la distruzione della diga, ma nessun risultato si è ottenuto finora. In Ungheria i terrapienamenti sono fatti con argilla battuta nella parte del muro della diga, che tocca l' acqua. L' argilla essendo impermeabile a questo fluido, allorchè se n' è imbevuta una volta, le feltrazioni non han luogo nelle dighe, e queste restano intatte. Le feltrazioni perciò della diga di *S. Ferriol* costituiscono un difetto capitale nella sua costruzione.

Finalmente le tre gran chiavi messe nella diga di *S. Ferriol*, per dare l' uscita alle acque, formano un altro gran difetto di quell' opera immensa; poichè per andare alle chiavi, ha bisognato lasciare nella spessezza della diga de' sotterranei, per cui si ha dovuto dare

alla diga una spessezza maggiore del bisogno, e ciò con una spesa eccessiva. Le chiavi perciò sono una cosa mal intesa nelle dighe de' laghi artificiali. In Ungheria le acque si cacciano da fuora, senz' andare nell' interno delle dighe, per aprire le chiavi. Un picciol pozzo verticale, scende sino al fondo della diga, a qual pozzo pervengono le acque per un canale di fabbrica, attraversando il muro interno ed esterno, e che conduce al giorno. Tra il fondo del pozzo, ed il canale vi è un gran forame, in forma di cono troncato, colla base in su. In questo forame entra un gran turacciolo conico, che chiude il forame, ed alzandosi lo apre. A quest' effetto un' asta verticale sorge dalla base del turracciolo, s' inalza su pel picciolo pozzo, e sorte fuora della diga. Una gran leva si articola all' estremità dell' asta, e così facendosi agire la leva, il turacciolo può essere sollevato, ed abbassato a volontà, ed in conseguenza a volontà può aprirsi, e chiudersi il lume del forame conico suddetto, per dare l' uscita alle acque.

Intanto dal fin quì detto si deduce facilmente, che le buone caratteristiche suddette della diga d'un lago artificiale, sono state fallate in quella di *S. Ferriol*, e ciò perchè la diga è stata spesosa più del bisogno; perchè questa diga è permeabile alle acque, le quali vi cagionano de' guasti; e perchè la maniera

di dare l' uscita alle acque è complicata, e non corrispondente a quella semplicità, che regnar debbe nelle opere idrauliche.

PARTE SECONDA.

Canale di navigazione propriamente detto. Punto di divisione, delle acque d' un canale. Due versanti. Chiuse. Due branche del canale. Ritenute e lavori sulle medesime, onde vincere tutti gli ostacoli, che nel corso del canale si presentano.

Figuriamoci, signori, di esser al punto il più elevato, pel quale dovrà passare un canale progettato. La difficoltà conseguentemente consiste di salire in barca sopra di questo punto da due orizzonti inferiori, e di scendere a questi dal punto medesimo. Come abbiamo già in un luogo, ancora più elevato del punto suddetto, un gran magazzino d' acqua, ossia un lago artificiale, fatto con i mezzi descritti nell' articolo precedente, egli è chiaro, che derivandosi da questo lago l' acqua necessaria, raccogliendone una quantità sufficiente nel punto suddetto, e dividendola poi in due cascate, che da questo punto scenderanno ai due orizzonti inferiori opposti, potremo così scendere, con quest' acqua, in barca agli orizzonti medesimi, e salire coll' acqua istessa al punto indicato, o

ciò per mezzo delle chiuse, delle quali da quì a poco farò conoscere la natura. Il punto dunque suddetto è quello, che chiamasi *punto di divisione delle acque del canale di navigazione*, o semplicemente *punto di divisione* (*point de partage*), di cui ecco ciò, che bisogna notare.

Primieramente giova osservare, che più il punto di divisione è alto, ossia superiore ai due orizzonti inferiori, maggiore sarà il numero delle chiuse, che bisognerà costruire, ed in conseguenza maggiore sarà la spesa, e maggiore il tempo, che sarà impiegato nella manovra delle chiuse, ossia nella navigazione. Da ciò risulta, che trattandosi di fissare il punto di divisione, bisogna far di tutto, perchè sia scelto un luogo il meno elevato, che sarà possibile, al quale da un altro luogo superiore, in cui si dovrà costruire il lago artificiale, come sopra, potrassi condurre l'acqua necessaria.

Nel punto intanto di divisione fa d'uopo costruire un bacino, nel quale derivate le acque dal gran lago, possansi a norma del bisogno dividere sull'inclinazione delle due coste opposte, formandosi così due specie di cascate, dette in idraulica *versanti* (*Versans*). Il bacino dovrà avere un scaricatojo (*épanchoir*) onde scaricarsi delle acque superflue. Da questo bacino poi si scende in giù per mezzo delle

chiuse, come appresso. Il bacino quindi del punto di divisione sarà sempre pieno d' acqua, ed in esso si ritroveranno unite le barche, che saran salite dalle due branche opposte del canale, per scendere alla branca eziandio opposta a quella, dalla quale son salite. Le circostanze vorranno, che il bacino del punto di divisione dovrà essere, alcune volte, molto lontano dal gran lago artificiale, perchè così comanda la natura del paese. Il bacino del punto di divisione del famoso lago della Linguadoca ritrovasi sulle alture di *Naurouse*, sei miglia distante da *Castelnaudary* (a), e

(*a*) *Essendo in Parigi vedea nelle* Voyéries de Montfaucon (*dove si prepara la polvere vegetabile , per concimare i campi , dagli escrementi di tutte le latrine della città di Parigi, e dove ammazzandosi i cavalli vecchi , si fabbrica il blò di prussia dal sangue , l' ammoniaca dalle ossa , le corde dalla budella, le tomaje dalla pelle etc.*) *che si strappavano dai cavalli morti le mole, ed i denti , de' quali vi era un gran deposito. Non potei sul luogo conoscerne l' uso. Ritrovandomi a* Castelnaudary , *ed esaminando quei mulini a vento , che vi sono, vidi che l' asse di legno , che porta le vele e gira al di sopra d' una pietra, era guernito intorno, intorno, cioè nella parte che soffriva l' attrito sulla pietra , d' una specie di fascia dura , bianca, e lucente. Fu allora che seppi, che*

circa 15 miglia dal gran bacino, o lago di *S. Ferriol*. Da questo lago le acque son portate al bacino di *Naurouse* da una fossa di condotta (*Rigole de la plaine*) come abbiam veduto di circa 15 miglia. Il bacino di Naurouse è incavato nella roccia. La sua figura è quella di un ottagono lungo di 544 tese di contorno. Ha 200 tese di lunghezza, e 150 di larghezza. Interiormente è rivestito di pietra. È munito d' uno scaricatoio (*épanchoir*) pel quale le acque superflue sono scaricate nel *Fresquel*. Arrivano giornalmente, ossia in 24 ore, al bacino di divisione di *Naurouse* 7808 tese cube d' acqua dal gran lago di *S. Ferriol*, cioè quanta ne è necessaria per la navigazione del canale.

Il bacino di *Naurouse* si ritrova al di so-

---

fatti con un succhiello tanti buchi intorno intorno al legname dell' asse, ch' è un albero, vi si ficcavano, e batteano le mole, ed i denti di cavallo, donde nasceva una superficie dura, propria a diminuire l' attrito colla pietra sottoposta, e ad impedire che il legname riscaldato, non prendesse fuoco. Dopo il primo movimento, le mole ed i denti restavan appianati, lisci e lucidi, donde il moto dell' asse soffriva il più picciolo attrito. Ecco come l' industria sà tirare partito dagli oggetti, che si credono inutili, come i denti degli animali morti.

pra del livello del mediterraneo 95 tese, 5 piedi, 11 pollici. La branca orientale del canale, che dal mediterraneo sale a *Naurouse*, ossia al punto più elevato, ha 92140 tese di lunghezza. Si sale l'altezza suddetta di 96 tese, 5 piedi, 11 linee per mezzo di 45 chiuse o semplici, o multiple, le quali contengono 75 bacini, de' quali la caduta media, ossia l'altezza media, che si ascende con ogni bacino, è di 7 piedi, 7 pollici in circa. Il bacino di *Naurouse* si ritrova sul livello della *Garonna* in *Tolosa* (in qual fiume che conduce all' Oceano, dopo Bordeaux, il canale sbocca) 36 tese, 1 piede, 11 pollici. La branca occidentale del canale, che da *Naurouse* scende alla *Garonna* ha 30307 tese di lunghezza. Si scende l' altezza suddetta di 36 tese, 1 piede, 11 pollici, mediante 17 chiuse semplici, o doppie, le quali contengono 27 bacini, de' quali la caduta media, ossia l' altezza media che si scende con ogni bacino, è di circa otto piedi. Quindi il totale delle chiuse accende a 62, le quali contengono 102 bacini. La lunghezza totale del canale dal mediterraneo alla *Garonna*, è di 122447 tese=40 leghe in circa=120 miglia.

Dal fin quì detto perciò si deduce, che progettato un canale di navigazione; conosciuta l'altezza massima, a cui bisogna salire dalle due branche opposte del canale; e divisa l' al-

tezza di ciascuna branca per 7 ½ in circa. (caduta dell' acqua in ogni bacino) resterà determinato il numero de' bacini, che bisognerà stabilire in ciascuna branca, per salire, e scendere in barca l' altezza ad ogni branca corrispondente. Come poi le altezze sono varie nel tratto di ogni branca, ne segue che conosciuta l' altezza d' un luogo al di sopra del canale, resta determinato il numero de' bacini che ogni chiusa dovrà avere, dividendo quest' altezza per 7 ½ in circa, ed anche per otto, ciò che vien definito dal luogo. Da ciò segue, che le chiuse sono o *semplici*, cioè a un bacino; o *doppie*, a due bacini; o *triple*, a tre bacini etc. Nel canale della Linguadoca vi è una chiusa ottupla; vale a dire che contiene 8 bacini, detta *Fonseranne* vicino *Béziers*, mercè la quale si sale un altezza perpendicolare di 64 piedi, 5 pollici, 6 linee; ciò che forma un bellissimo spettacolo. Tutte le altre chiuse al numero di 62, contenenti 102 bacini, come sopra, sono o semplici, o doppie, o triple.

Andiamo adesso ai *versanti*. Dal bacino del punto di divisione le acque o incominciano immediatamente a scendere per le due coste opposte; ovvero percorrono un tratto orizzontale (sia in tutte le due parti, sia in una di esse soltanto) fin a che non incontrano la discesa. Dove questa si presenta, forma l' acqua, dall' una e dall' altra parte, una cascata, detta ordi-

nariamente *versante*; in guisa che si han due versanti, per scendere in giù nelle due branche del canale. Per mezzo dunque de' versanti si distribuiscono le acque del bacino del punto di divisione, a volontà e secondo il bisogno, nelle due branche del canale, e ciò per mezzo d' una cateratta a doppia porta, stabilita al principio di ogni versante. Per fare una tale distribuzione, bisogna precedentemente fissare il consumo d' acqua, che ogni branca fa in 24 ore; qual consumo conosciuto, e conosciuta ancora la quantità d' acqua, che in un ora da un versante tenuto aperto vien data fuora, si determina così il tempo che la cateratta dovrà restar aperta, perchè possa somministrare la quantità d' acqua, dal bisogno della rispettiva branca richiesta.

Dove dunque s' incontra la prima discesa, ossia il primo abbassamento del terreno, al di sotto del livello del bacino del punto di divisione, ivi si stabilisce la prima chiusa, per scendere in barca da un orizzonte superiore all' inferiore, e viceversa per salire dall' inferiore al superiore. Col nome dunque di chiusa, (*écluse*), si debbe intendere un recinto di fabbrica di figura ellittica, fatto al di sotto dell' altezza, che si vuole scendere. Dico scendere, perchè m' immagino di essere sul punto di divisione delle acque, donde bisogna scendere alle due branche sottoposte del canale. Se poi si

è in giù, cioè nel canale, per salire al punto di divisione, in questo caso l'altezza si sale per mezzo della stessa chiusa, come or ora vedremo. La lunghezza delle chiuse, ossia il diametro maggiore dell'ellisi suol essere da 24 a 30 tese. Quelle del canale della Linguadoca hanno la lunghezza media di 23 tese. Le due estremità dell'ellisi sono troncate, per avere due aperture una di entrata, e l'altra di uscita nella chiusa. Queste aperture sono munite ognuna d'una forte porta di due pezzi, che si volgono sù i loro gangheri ai lati della chiusa, e si chiudono nella parte media di essa, formando un angolo attuso allorchè son chiusi. Queste porte trattengono l'acqua dalla parte di sopra, la quale cade giù, allorchè la porta si apre. L'apertura, e la chiusura delle porte si fa per mezzo di due gran leve, ognuna delle quali sorge dalla parte superiore della porta corrispondente. Le porte hanno eziandio quasi nel loro centro un'apertura quadrilatera, che si apre, e chiude con una specie di pala (*empélement*), la quale si fa salire, e scendere a volontà, per mezzo d'una vite, che dalla parte superiore delle porte discende in giù, unendosi alla pala. Una chiusa come la descritta costituisce il così detto *bacino*, ed in questo caso la chiusa vien detta *semplice*. Ma allorchè le chiuse contengono più bacini, l'uno al di sotto dell'altro, la chiusa si dice *multipla*,

cioè *doppia*, *tripla*, *quadrupla* ect. secondo il numero de' bacini. Intanto il numero de' bacini d' una chiusa vien determinato dall' altezza del terreno, che bisogna scendere, o salire, assegnando a ciascun bacino non più di otto piedi di profondità. Quindi se si presenta un terreno, elevato di otto piedi, la chiusa sarà *semplice*, ossia ad un sol bacino; se di 16 piedi in circa, la chiusa sarà *doppia* o a due bacini; se di 24 piedi in circa la chiusa sarà *tripla*, cioè a tre bacini etc. Nello stabilimento delle chiuse avviene, che il luogo non presenta di botto una discesa di un dato numero di piedi, ma come il canale si conduce sempre o orizzontalmente, ovvero per un piano insensibilmente inclinato, ne segue che ad una data lunghezza d'una branca del canale quell' insensibile inclinazione dà per risultato un' elevazione, ossia un altezza, la quale determina il numero de' bacini d'una chiusa che bisogna stabilire, dividendo quest' altezza per otto in circa, onde avere il numero de' bacini della chiusa. Ho già osservato di sopra, che dicesi in idraulica *chiusata*, (*éclusée*) la quantità d' acqua, contenuta in un bacino, per mezzo della quale le barche salgono, o scendono un' altezza, eguale al numero de' bacini della chiusa, ognuno della profondità di otto piedi in circa.

Le chiuse formano nell' architettura idraulica la più bella, maravigliosa, ed u-

tile invenzione, della quale debbe gloriarsi l'Italia, poichè furono la prima volta stabilite nel 1481 sulla Brenta viciuo Padova. Questa sorprendente invenzione è fondata sopra due principj idraulici; 1.° che i fluidi liquidi si metton sempre all'istesso livello in due vasi, che sono comunicanti tra loro; 2.° che un corpo d'una gravità specifica minore di quella di un fluido, in cui è immerso, si mantiene sempre a galla, sia che il fluido si eleva, sia che s abbassa. Quando dunque due bacini d'una chiusa (se questa è doppia), ovvero la parte superiore d'un canale, e la chiusa sottoposta (allorchè la chiusa è semplice) si mettono in comunicazione tra loro, l'acqua che cade dal primo bacino nel secondo, o dalla parte superiore del canale nella chiusa semplice, si mette all'istesso livello ne' due bacini. Quindi le barche galleggian sempre. E perciò se l'acqua del bacino superiore si abbassa, cadendo nell'inferiore, le barche si abbassano anch'essse, discendendo un' altezza, eguale alla profondità del bacino donde scendono. All' opposto se le barche seno nel bacino inferiore in cui cadono le acque, a misura che queste s'inalzano, le barche s' inalzan anch'esse, finchè giungono al bacino superiore, col quale si mettono a livello, e perciò le barche salgono un' altezza, eguale a quella del bacino inferiore, in cui si ritrovavano.

Ecco intanto come per mezzo delle chiuse

si salgono, e si scendono in barca le altezze ciò che chiamasi *manovrare le chiuse*. Suppongo che mi ritrovo colle mie barche nel bacino del punto di divisione, ossia nel punto il più elevato del canale. Suppongo che al di sotto di questo punto vi sia una discesa di 24 piedi verticali in circa, dove conseguetemente si ritrova stabilita una chiusa tripla. Chiamo questi tre bacini della chiusa *superiore* il più alto, *medio* quel che segue, *inferiore* l' ultimo, ossia il più basso. I tre bacini suddetti saranno voti; allorchè le barche si ritrovano nel bacino del punto di divisione. La manovra di questa chiusa si fa così. Si chiude la porta del bacino superiore, e si apre quella del bacino del punto di divisione. Il bacino superiore conseguentemente presenta, col suo fondo, un orizzonte di otto piedi più basso di quello del fondo del bacino del punto di divisione. In conseguenza il versante forma una cascata d' acqua, la quale cadendo nel bacino superiore, e trattenuta dalla porta chiusa di questo, si eleva a poco a poco, finchè si mette all' istesso livello della superficie del bacino del punto di divisione. Ciò avvenuto, le barche entrano nel bacino superiore; quando chiusa la porta del bacino del punto di divisione, ed aperta quella del bacino superiore, l' acqua cade nel bacino medio, a misura che il superiore si vota. Il bacino superiore votan-

dosi, le barche si abbassano coll' acqua che discende, finchè si ritrovano otto piedi più giù, quanto cioè importa la profondità del bacino superiore. Intanto abbassandosi l' acqua e le barche nel bacino superiore, il medio si ritrova pieno sino al livello della superficie del bacino superiore. Quando ciò è avvenuto, le barche entrano nel bacino medio; ed aperta la porta di questo, e chiusa quella del bacino inferiore, l' acqua e le barche scendono in questo, ossia scendono otto altri piedi più giù. Quando ciò ha luogo, le barche entrano nel bacino inferiore, ed allora chiusa la porta del bacino medio, ed aperta quella del bacino inferiore, l' acqua cade nel canale sottoposto, a misura che il bacino inferiore si vota. Il bacino inferiore votandosi, le barche si abbassano coll' acqua che discende, finchè si trovano altri otto piedi più giù, ossia nel letto del canale. Ecco dunque come per mezzo d' una chiusa a tre bacini, si fanno scendere le barche ad una profondità di circa 24 piedi verticali.

La manovra inversa poi della stessa chiusa, fa salire le barche, coll' istess' acqua, dalla stessa profondità, all' altezza di 24 piedi in circa. Suppongo che mi ritrovo in una branca d' un canale al di sotto del bacino del punto di divisione, e si abbia da salire un' altezza di 24 piedi verticali in circa, per mezzo d' una chiusa tripla. Dal canale le barche entrano nel

bacino inferiore, essendo le due acque nell' istesso livello. Entrate nel bacino inferiore le barche, si chiude la porta di questo bacino, e si apre quella del medio. L' acqua da questo scende nel bacino inferiore, ed inalza, riempiendolo a poco a poco, le barche, finchè giunte al livello del bacino medio, entrano in questo, con aver salito otto piedi. Ciò fatto, si chiude la porta del bacino medio, e si apre quella del bacino superiore. L' acqua similmente da questo bacino cade nel medio, ed inalza, riempiendolo, a poco a poco le barche, finchè arrivate al livello del bacino superiore, entrano in questo, con aver salito altri otto piedi. Finalmente quando ciò è avvenuto, si chiude la porta del bacino superiore, e si apre quella del bacino del punto di divisione, e con ciò l'acqua cade nel bacino superiore, ed inalza a poco a poco le barche riempiendolo, finchè si trovan giunte al livello del bacino del punto di divisione, con aver salito altri otto piedi. Ecco perciò come per mezzo delle chiuse ad uno, o a più bacini, si possono coll' istess' acqua, salire e scendere a volontà le alture de'terreni; ed ecco messi in pratica nelle chiuse i due principj idraulici pocanzi accennati, mentre ne' due bacini d' una chiusa comunicanti tra loro le barche salgono, e scendono coll' acqua, nella quale restano sempre a galla, siccome pocanzi abbiam veduto.

Stabilito, come sopra, il punto di divisione delle acque d'un canale di navigazione, le due continuazioni del canale, che partono dal detto punto, e vanno ai punti opposti, dove debbon aprirsi e terminare, diconsi propriamente *branche del canale*, dando loro la denominazione de' punti cardinali del globo, verso i quali son dirette, e terminano. Così si chiama branca *orientale* del canale della Linguadoca quella, che và al mediterraneo, ed *occidentale* l' altra, che conduce alla *Garonna*. Come tutto ciò che riguarda i varj lavori idraulici d' un canale di navigazione si può dividere in due classi principali; cioè lavori che son richiesti dalla testa delle acque del canale, ed altri che si eseguono sulle branche del canale medesimo, perciò dopo aver parlato nella prima parte della prima classe di tali lavori, farò parola nella presente di quelli, che dalla natura degli ostacoli son richiesti nel proseguimento delle branche del canale istesso.

Nelle due branche primieremente del canale han da praticarsi le chiuse sian *semplici*, sian *multiple*, onde ascendere, e discendere le altezze, siccome già abbiamo veduto. Queste chiuse in conseguenza dividono la lunghezza del canale in tante parti, ciascuna delle quali si ritrova tra due chiuse compresa, e le quali son perciò chiamate *ritenute*; dal che cioè l' acqua contenuta in una tal porzione del ca-

nale, vi è dalla sua chiusa ritenuta, senza che possa fluire, e passare nella porzione susseguente del canale istesso, ossia nella ritenuta prossima, che quando è aperta la porta della chiusa che la trattiene. Ogni ritenuta dunque ha due chiuse, ma una soltanto è quella che forma la ritenuta, cioè la chiusa dalla parte verso la quale fluiscono le acque, e ciò perchè questa chiusa è quella che le trattiene, allorchè la sua porta è chiusa. Il solo bacino del punto di divisione, che debbe considerarsi come una ritenuta, ha due porte, che trattengono le acque nel bacino, senza farne cadere ne' due versanti. Quindi ogni chiusa dà origine alla ritenuta che chiude, ossia alla porzione del canale, che precede la chiusa. Abbiam di sopra veduto che la branca orientale del canale della Linguadoca contiene in tutta la sua lunghezza, di 92140 tese, 45 chiuse semplici, o multiple, le quali conseguentemente dividono la branca orientale del canale in 44 ritenute, poichè l'ultima porzione del canale dalla parte del mediterraneo, fluisce in questo, e le acque non sono ritenute. La branca occidentale, contiene, come abbiamo rilevato, 17 chiuse anche semplici, e multiple, le quali perciò dividono la lunghezza di questa branca, ch' è di tese 30307, in 16 ritenute. La lunghezza delle ritenute della branca orientale è varia, cioè di 114, 628, 6786, 3868, 2579 tese, e simili.

La ritenuta la più lunga di questa branca, quella cioè compresa tra la chiusa detta d' *Argens*, e l'altra ottupla, chiamata *Fonseranne* ha 27450, tese di lunghezza = 9 leghe = 27 miglia in circa, ed è perciò chiamata *la grande ritenuta*. La lunghezza delle ritenute, della branca occidentale, è similmente varia, come di 466, 628, 114, 6786, 3868, 2265 tese, e simili. La ragione di questa varia lunghezza delle ritenute, dipende dall' elevazione de' terreni, che bisogna salire, o scendere per mezzo delle chiuse.

Inoltre nel corso del canale bisogna sovente ricevere le prese, che si fanno ne' fiumi vicini, ad oggetto di somministrare l' acqua necessaria al consumo, e qual acqua non si può sempre raccorre nel lago artificiale superiore, di cui ho parlato. Così non ostante il gran bacino di *S. Ferriol*, che contiene un milione di tese cube d' acqua, ha bisognato fare molte prese ne' fiumi, che colano per le vicinanze del canale, come sono per esempio, quelle fatte sul *Fresquel*, *l' Orviel*, *l' Ognon*, *la Cesse*, *l' Orb*, et *l' Herault* sulla branca orientale. Le prese si fanno con stabilire una diga solida a traverso la larghezza de' fiumi, per far gonfiare le acque, e farle fluire in una fossa di condotta, la quale incominciando dalla parte laterale del fiume digato, conduce l' acqua nel canale. Le dighe han da essere edificate sopra delle palificazioni, sulle quali han da poggia-

re le casse (*encaissemens*) che deggion contenere la fabbrica, siccome fu fatto nella costruzione della diga della *Cesse* , ed in altre. Il principio delle fosse di condotta, che riceve le prese dai fiumi , debbe esser munito sempre di una cateratta, ossia porta di difesa (*Vanne*) per impedire l' affluenza delle acque nelle fosse in tempo delle escrescenze de' fiumi. Similmente d' una porta di difesa si ha da munire l' altra estremità delle fosse, che si apre nel canale, per ricevere le acque a volontà . Queste fosse di condotta per le prese (*Rigòles*) hanno sovente una lunghezza considerevole , che cagiona delle spese non lievi. Per esempio la fossa di condotta della presa fatta sul fiume la *Cesse* (*Rigole de Mirepeisset*) ha 1700. tese di lunghezza. Considerate dunque le spese di conseguenza, che bisogna fare per le prese, cioè per la costruzione delle dighe, e per quella delle fosse di condotta, si deduce facilmente qual importanza sia per noi il nostro lago Fucino , il quale potrà alimentare le due branche del canale, per l' unione dell' Adriatico col Mediterraneo, con una picciolissima parte delle sue acque soltanto, senza che vi sia bisogno di fare delle altre spese per le prese , che altrimenti si dovrebbero fare ne' fiumi. Che perciò fatte due perforazioni nelle montagne opposte , che chiudono il Fucino dalla parte de' due mari, tutto il dippiù del canale sarà facile,

e compenserà le perforazioni medesime.

Andiamo adesso ai guasti, che posson aver luogo, e che spesso si fanno ne' canali, e ciò dalle proprie acque, e dalle esterne, per far rilevare i mezzi opportuni, onde prevenirli. Prima di tutto però debbo osservare, che trattandosi di canali in terreni elevati, egli è naturale di pensare, che le due branche del canale si han da condurre in gran parte sulle falde delle montagne, per le quali discendono. Da ciò avviene che il lato del canale, che si accolla alle dette falde, presenta una resistenza alle acque del canale, allorchè queste crescono; laddove il lato opposto restando scoperto, non offre la stessa resistenza, per cui vien chiamato *lato debole* del canale (*Côtè foible du canal*). Da ciò segue, che il lato debole viene alle volte rotto dall' afluenza dell' acque del canale istesso; siccome vien anche rotto dalle piene, ed inondazioni di qualche fiume vicino. Io parlerò prima de' guasti, che un canale puo ricevere dalle proprie acque, e poi di quelli che vi posson cagionare le acque straniere.

Nelle piogge dirotte, quando crescon le acque di tutte le sorgenti, ed in conseguenza quelle della testa delle acque d' un canale di navigazione, il canale viene improvvisamente inondato, e l' acqua salendo, e sorpassando il lato debole, vi forma una rottura (*une brèche*), cagionando delle inondazioni. Tre sono i mezzi

per prevenire questi accidenti: impiegando cioè o gli *scaricatoi a fior d' acqua*; *o gli scolatoi al fondo del canale*; ovvero *gli scolatoi a sifone*. Ecco in poco parole la natura di questi mezzi, che in sostanza sono i regolatori delle acque de' canali.

Gli scaricatoi a fior d' acqua (*Déversoirs à fleur*) sono delle aperture laterali, fatte nel lato debole del canale in varj luoghi della ritenuta, acciò possan per esse scaricarsi, nelle piene, le acque della superficie. Ma questi scaricatoi non producono tutto l' effetto desiderato, poichè la rapidità colla quale l' acqua corre verso la ritenuta inferiore, fa si che questo fluido scappi più presto via dalle aperture suddette, seguendo la corrente, che uscirà dal canale.

Gli scolatoi al fondo del canale (*épanchoiors à fond*) sono delle aperture fatte lateralmente al fondo del canale, le quali si tengon chiuse con una saracina (*empèlement*), che si fa salire, e scendere, onde aprirla, e chiuderla a volontà. Le saracine restando aperte, la pressione della colonna d' acqua superiore, ossia di tutta l' acqua contenuta nell' altezza del canale, produce uno scolo abbondante, capace di diminuire la violenza dell' acqua. Nulladimeno come le tempeste, e le dirette piogge accadono repentinemente, e spesso in tempo di notte, le saracine che si ritrovan chiuse, non producon l' effetto richiesto in modo che le ac-

que inalzandosi molto al di sopra del livello ordinario del canale, cagiona delle rotture nel lato debole di esso.

Per prevenire tali accidenti, sono stati finalmente inventati pel canale della Linguadoca i così detti scolatoi a sifone (*épanchoirs à syphon*) de' quali ecco la natura. Questi sono stabiliti nel lato debole del canale, e consistono in un masso di fabbrica, fatto al di sopra del piano del fondo del canale, ed in qual masso sono praticati più canali rettangolari, ricurvati precisamente in forma di sifone. L'entrata della branca aspirante di ogni sifone resta due piedi al di sopra del fondo del canale, e l'uscita dell'altra branca corrisponde al fondo. I sifoni hanno nelle loro due branche 18 pollici di larghezza e 4 piedi di altezza nella loro curvatura. E come la parte inferiore della curvatura del sifone ritrovasi al livello ordinario della superficie delle acque del canale, ne segue che le acque debbon elevarsi 18 pollici, per arrivare alla curvatura superiore, per riempiere il vôto del corpo de' sifoni, e perchè la pressione dell' atmosfera possa farli agire da se, come tutti gli altri sifoni. Messi una volta in azione questi sifoni, essi agirebbero sempre, e tutta l'acqua del canale sarebbe votata sino a due piedi al di sopra del fondo, ciò che produrrebbe un altro inconveniente, cioè la penuria dell'acqua. Per impedire ciò,

si ritrova praticata ad ogni sifone una ventosa, ossia un' apertura orizzontale di 6 pollici in quadrato, 18 pollici al di sotto del livello ordinario dell' acqua.

Questa ventosa allorchè l' acqua si abbassa 18 pollici al di sotto del livello ordinario, resta scoperta, e l' aria entrando in essa, fa cessare il giuoco de' sifoni, e con ciò il canale non resta votato. Subito poi che l' acqua del canale cresce, e la ventosa vien coperta, i sifoni incominciano nuovamente ad agire da se; in guisa che il loro effetto finisce, ed incomincia da capo alternamente, senza che vi sia bisogno dell' assistenza della mano dell' uomo. Due di tali scolatoi a sifone veggonsi nella gran ritenuta dal canale della Linguadoca; uno vicino *Capestang*, e l' altro vicino *Ventenac*.

Riguardo ai guasti che un canale può ricevere dalle acque straniere, questi guasti o si fanno nel lato debole del canale, dalla rottura che vi cagionano le inondazioni di qualche fiume vicino; ovvero procedono dal lato opposto, per effetto delle acque de' terreni superiori, delle coste, e delle falde, alle quali questo lato è accollato. Così per esempio nel 1766 una gran tempesta avvenne nella Linguadoca, quando *l' Aude*, *la Robine*, *le Repudre*, *l' Oorviel*, *le Fresquel*, e gli altri fiumi si gonfiarono fortemente, ed uscirono impetuosamente dal loro letto. Le acque entrarono nel canale sormon-

tandolo, e lo riempirono di terra, e pietre. Furono adoperati 10000 operai, e la navigazione restò per due mesi sospesa, per riparare i danni fatti, ciò che cagionò un lucro cessante (per la navigazione interrotta) ed un danno emergente di conseguenza, per le spese sofferte. Ad oggetto di prevenire questi accidenti sono stati immaginati varj lavori. Si è cercato primieramente di restingere ne' luoghi più aperti i fiumi con degli argini elevati, onde accrescere la velocità dell' acqua, e contenerla nel suo letto, come è stato praticato nel *Fresquel*. Inoltre si è munito anche con argini, in altri luoghi, il lato debole del canale, che si ritrovava esposto alle inondazioni. Dippiù le acque eccedenti, e torbide di alcuni fiumi, come per esempio dell' *Aude* sono state deviate con delle fosse di condotta quanto più è stato possibile dal canale, e sono state rigettate nel lago detto *Capestang*, onde farvi depositare le melme, il fango, le terre, e le pietre, e così colmare il detto lago, ed asciugarlo a poco a poco per mezzo de' depositi delle acque del fiume suddetto etc.

Per ciò poi che riguarda le acque de' terreni, delle coste, e falde superiori al lato accollato del canale, è facile immaginarsi che tali acque scendendo per declivj in giù, si caricano di terre, diventando torbide (*eaux sauvages*). Queste acque penetrano nel canale, depositandovi le materie, che seco strascinano. Si è pensato perciò

di riceverle bensì nel canale, per aumentare la massa dell'acqua, necessaria alla navigazione, ma si ha prima la cura di farne precipitare le dette materie, che contengono, onde il canale non sia colmato dalle loro impurità (*troubles*). A tal effetto alla fine del pendio di tali terreni superiori, si stabiliscono delle gran conche, o vasche di fabbrica (*cales*), nelle quali le acque sono ricevute, e nelle quali queste depositano, prima di entrare nel canale, tutte le impurità, e le terre che contengono. Il canale della Linguadoca offre molte vasche di questo genere. Intanto devo qui dire di passaggio, che trattandosi di canali nuovi, come in questi si fanno copiosamente, nel principio, delle feltrazioni, giova, che anzi diventa necessario, ricevere in essi le acque torbide suddette; perchè le medesime trapelando, a traverso di tutt'i lati del canale, vi depositano le materie sottili, che contengono, turando i voti, e chiudendo così le feltrazioni.

Dippiù tanto le acque esterne de' terreni superiori suddetti, che penetrano spesso al di sotto del canale, quanto le acque di feltrazione, alterano il letto del canale. A queste acque perciò bisogna dare uno scolo, ciò che si fa tagliando accanto al canale delle fosse parallele al suo corso (*Contrecanaux*), per le quali le acque sono deviate, ed il terreno tenuto asciutto, siccome in molti luoghi del canale della Linguadoca osservasi.

Inoltre le acque esterne sono sovente così abbondanti, che dalle medesime può esser cagionata una rottura ne' lati del canale, anche quando si volessero nel canale ricevere. In questi casi, e quando la natura de' terreni si presta, il miglior mezzo è quello di far passare queste acque al di sotto del fondo del canale, attraversandone la larghezza, per scaricarsi nella parte opposta. Il canale presenta allora al di sotto di se un altro canale a volta, pel quale fluiscono le acque, come è quello del *Treboul*, *Repudre*, *de l'Augille*, *Mesuran*, ed altri nel canale della Linguadoca, chiamati *acquidotti inferiori* (*aqueducs*).

Ma talvolta i terreni sono così bassi, che le acque esterne, massimamente quelle di qualche torrente, vengono a sboccare, in tempo delle piogge, ad angolo retto contro la lunghezza del canale, per cui lo colmano colle terre, e pietre, che seco portano. In questi casi l'espediente ritrovato è quello di far passare tali acque all' altra parte del canale, attraversandolo, senza che le due acque, cioè quella del torrente, e del canale vengano a contatto, e siano mescolate insieme. Un bel esempio di questo genere si osserva vicino *Agde* nel torrente *Libron*, che attraversa la direzione del canale. Questo torrente, che rimane ordinariamente a secco, ad ogni pioggia si riempie, si gonfia, e porta seco gran quantità di terre, dalle quali il

canale sarebbe continuamente colmato, senza un singolare, e curioso artifizio. Si è costrútto un battello piatto, a guisa di scafa, (*Radeau*), la di cui lunghezza è eguale alla larghezza del canale. Appena che incomincia a piovere, alcune persone addette a questa manovra, tirano il battello da un fossato pieno d'acqua, contiguo al canale, in cui per non dar impaccio alla navigazione, continuamente si ritrova, e lo situano trasversalmente sulla larghezza del canale medesimo, in modo che si forma sopra di questo un letto artificiale, sul quale il torrente *Libron* da una sponda passa all' altra, senza che le sue acque possan mischiarsi con quelle del canale. Nel passaggio del torrente al di sopra del battello, vi deposita gran quantità di terre, e pietre che seco strascina, quali senza quest' artifizio, colmerebbero ad ogni momento il canale, con tenerne sospesa la navigazione. Terminata la pioggia, e dopo che il torrente ha cessato di fluire, il battello si ritira dal canale, ed entra nel suo fossato, dove si scarica, e netta delle materie depositatevi dal torrente.

Finalmente nel corso del canale non può farsi a meno d' incontrare fiumi, e torrenti di conseguenza, al di sopra, ed a troverso de' quali il canale debbe esser condotto. Si costruiscono in questo caso al di sopra de' fiumi, e de' torrenti de' ponti acquidotti ad archi (*Ponts*

aqueducs), al di sopra de' quali si conduce il canale, ciò che presenta il bellissimo spettacolo di poter passare in barca un fiume al di sopra di un ponte, nel mentre altre barche seguendo il corso del fiume, passan al di sotto del ponte medesimo. Sul canale della Linguadoca vi son molti di questi ponti acquidotti. I più considerevoli son quelli di *Cesse*, *Argendouble*, *Orviel*, e *del Fresquel*, in quali luoghi si veggon passare il canale, ed i battelli al di sopra di ponti acquidotti magnifici. I ponti acquidotti sono un' altra bellissima, ed utilissima invenzione nell' idraulica, che onora sommamente l' Italia, dove è nata. In fatti il primo ponte acquidotto fu fatto nell' anno 1460 al di sopra del torrente *Molgora*. Il ponte ha tre archi di 60 piedi di apertura, sul quale si fece passare il canale detto *la Martesana*. I romani fecero molti ponti acquidotti ne' varj paesi sottomessi al loro impero; ma essi non seppero tirarne altro profitto, che quello di farvi passare al di sopra le acque, che conduceano in varie città, per lo bisogno degli abitanti. Uno di questi acquidotti è quello della Linguadoca (*Pont du Gard*) sulla *Gardonna* alle vicinanze di *Remoulins*. Cito questo ponte acquidotto, dal che le gran masse di pietra, dalle quali è costrutto, ha fatto credere ad alcuni scrittori, che i romani possedeano il segreto di colare, in gran modelli, gran pezzi, fatti da

un cemento, e terra, che messi poi ad asciugare all' aria, prendean consitenza, e diventavan duri come le pietre. Memore di questa bizzarra idea, la seconda volta che visitai questo tanto celebre acquidotto, ruppi, e staccai da varie parti del ponte de' pezzetti di pietra da quelle gran masse, e con mia sorpresa mi avvidi (ciò che nessun autore ha notato finora) che quei gran macigni non eran altro, se non che un ammassamento di picciole conchiglie. Scoprii poscia che tutti gli edifizj delle città, paesi, e villaggi di quei contorni son edificati con una pietra, risultante dall' ammassamento di tali piccioli conchiglie. Tal è, per esempio, la città di Montpellier, avendo io staccato de' pezzi, come sopra, dal campanile di S. Pietro, e da altri edifizj di quella città. Scoprii finalmente che tutto il suolo di quella parte della Linguadoca è fatto, in tutto il tratto d'un terreno di 25 a 30 leghe in quadro, da una roccia composta da minuitissime conchiglie. Nelle vicinanze di Montpellier vidi una cava (*carrière*) dove si stava tagliando la pietra, che offriva quelle produzioni marine così fresche, come se fussero allora uscite dal mare. Questa, ed altre non poche osservazioni geologiche di vario genere, fatte in molti paesi, durante i miei viaggi, e relative a depositi di spoglie di animali marini, di muriato di soda, e di carbone animale, precipitati dal mare, mi han

fatto stabilire la mia teoria *sulla genesi della crosta della terra* (vedi la mia opera intitolata, *qualche cosa intorno ai vulcani*, *in seguito di alcune idee geologiche*) ; ma ritorno ai canali di navigazione.

Un ostacolo singolare, che può presentarsi anche ad un canale di navigazione, è quello d' incontrare un fiume, il quale sia di un fondo basso, ed a traverso del quale dovendo esser il canale condotto (senza potervi stabilire sopra un ponte acquidotto, perchè o estremamente costoso, o perchè il pelo del fiume, e del canale sono all' istesso livello) le acque del canale vanno a spandersi nel fiume suddetto, donde nasce che non vi è la profondità, richiesta dalla portata delle barche, le quali conseguentemente han da restare necessariamente incagliate. In questo caso uopo è accrescere artificialmente la profondità del fiume. Un bellissimo esempio di questo genere si osserva nel fiume *Orb*, vicino *Beziers*, dove la continuazione del canale vien formata dal tragitto di 434 tese sopra detto fiume, la di cui profondità è minore di 6 piedi, richiesta dalle barche del canale. La profondità conseguentemente vien accresciuta per mezzo di un sbarro, o steccato di legname, che si eleva verticalmente dal fondo del fiume, e che vi si stabilisce giornalmente, prima del passaggio delle barche, acciò trattenute le acque, passan gon-

fiarsi, e dar origine alla profondità richiesta. Questo sbarro, o steccato si distrugge immediatamente, dopo il passaggio delle barche nel canale, e così il fiume si abbassa al suo livello naturale. Un tale sbarro dunque, o steccato è mobile (*épanchoirs mobiles*) ed è di natura da poter essere all' istante stabilito, e distrutto. Dal fondo del fiume in cui ritrovasi una diga con sei scolatoi a fondo (*épanchoirs à fond*) sorgono verticalmente una quantità di travette (*poutrélles*), le quali si connettono ben bene insieme, e son tutte tenute da una catena di ferro, fissata ad un lato del fiume, onde non sian portate via, allorchè lo sbarro si distrugge, ma restino galleggianti al lato del fiume, a cui il principio della catena, che li unisce, si ritrova fissata. Le travette son ritenute al fondo da un rialzo di pietra, e nella parte superiore da tanti pezzi trasversali di legname, anche connessi insieme, e fissati ai due lati del fiume. Con un colpo di martello si abbatte, allorchè le barche son passate, ad un lato del fiume il punto di fissazione, ed allora il rialzo, o steccato non potendo resistere alla pressione dell' acqua, è rovesciato, è strascinato dalla corrente, per quanto è la lunghezza della catena di ferro, che unisce tutt' i pezzi del legname che lo compongono, e con ciò il fiume si abbassa al suo livello naturale, come sopra. Questo inalzamento artificiale dell'

acqua si fa ogni giorno ad un' ora determinata, richiedendosi tre ore in circa pel gonfiamento del fiume. Le barche si trattengon tutte ai due lati del canale, per seguire il loro cammino opposto, allor quando il fiume è cresciuto.

Un nuovo ostacolo di un altro genere, al quale il corso del canale può andar soggetto, è quello di non potersi evitare l' incontro di qualche montagna, la di cui altezza non ammette più l' ascendimento per essa del canale; perchè, questo si ritrova già al di sotto del punto di divisione delle acque. Quando ciò avviene, non vi è altro da fare, che perciare la spessezza della montagna, tagliando nella roccia una galleria sotterranea, per dentro alla quale si conduce il canale. Questi perciamenti ne' paesi dove non esistono miniere sono tenuti per difficilissimi, e quasi impossibili, ma nelle grandi miniere, come in Ungheria, nella Transilvania, nella Boemia, nella Sassonia, e simili, gallerie sotterranee di più miglia, incavate nelle rocce le più dure, come nel porfido, nello gneis etc. sono frequentissime. In *Gersdorf* in Sassonia vi è un canale di navigazione sotterraneo, pel quale le barche trasportano il minerale, e le pietre al giorno. L' acqua del canale si gitta nella *Molda*, cadendo prima sopra d' una ruota verticale, che mette in movimento gli stantutti delle trombe,

destinate ad elevare le acque della miniera, quali acque inalzate dalla massima profondità della stessa, sortono poi al giorno per una galleria, formando il canale sotterraneo suddetto. In *Vorsley* in Inghilterra vi è un gran canale di navigazione sotterraneo, sul quale le barche conducono al giorno il carbone fossile di quella maravigliosa miniera. Similmente un altro canale sotterraneo ritrovasi nelle miniere di piombo di *Castleton* nel Derbyshire in Inghilterra. Riguardo al canale della Linguadoca, questo è stato anche condotto al di sotto d'un perciamento fatto nella montagna (*la percée du Malpas*), che ha 95 tese di lunghezza. La roccia è piena di petrificazioni marine. Il canale passando per questa galleria sotterranea, attraversa un antico acquidotto, scavato anche nella montagna istessa, e che ritrovasi 48 piedi al di sotto del fondo del canale. Quell' acquidotto servì, quando fu fatto, a dare lo scolo al lago di *Montady*, convertito oggi in una bella, e fertile campagna. Le acque di questo lago furono, per mezzo del detto acquidotto, scolate nell' attuale lago di *Poilles*. Diversi pozzi di ventilazione, si veggon ancor oggi dall' altra parte della montagna, i quali furon tirati sull' acquidotto indicato.

In fine nel prolungamento delle due branche del canale può avvenire anche, che una di esse dovrà essere divisa in due, o tre altre,

per dar origine a due, o tre canaletti, e condurli in luoghi diversi. Il livello di questi nuovi canali potrà esser eziandio diverso, restando uno superiore all' altro, ed in questo caso vi abbisogna un artifizio particolare, per potere coll' istess' acqua alimentare le diverse branche. Un bel esempio di questo genere osservasi vicino *Agde*, dove dal canale si staccano due altri; de' quali uno va al fiume *Herault*, al dì sopra della diga de' mulini, e l' altro conduce al di sotto della stessa diga, formando la comunicazione del gran canale col mare, pel così detto *Grau d' Agde*. La differenza di questi livelli è di 5 piedi. Or per poter far passare le barche ne' tre canali, di vario livello, vi si è stabilita una chiusa particolare, detta *rotonda* dalla sua figura (*écluse ronde*). La figura circolare di questa chiusa, ha per oggetto di potervi far girare le barche. Il bacino della chiusa ha 90 piedi di diametro, e 16 piedi di profondità. Le tre aperture, per l' entrata ne' tre canali di vario livello, hanno ognuna 19 piedi di larghezza, ed esse son munite delle loro cateratte a porte doppie per la manovra delle acque. Questa manovra è la seguente. La chiusa essendo piena (e perchè ciò avvenga le tre porte han da esser chiuse) e l' acqua essendo giunta al livello del canale superiore, si apre la porta di questo, e le barche che debbon seguire questa branca vi en-

trano, e vanno al loro destino. Indi si apre la porta più bassa, quella cioè del canale medio, e l'acqua fluendo in questo, si abbassa nella chiusa. In conseguenza si abbassan anche le barche, le quali pervenute coll'acqua al canale medio, entran in questo, e seguono il loro cammino. Ciò fatto, si apre la porta più bassa ancora, ossia quella del canale inferiore, nel quale l'acqua fluisce, nel mentre quella della chiusa si abbassa colle barche, che sostiene. Giunte le barche, e l'acqua al livello di quest'ultimo canale, le barche vi entrano, e se ne van via pel medesimo. Quando poi si tratta di far salire le barche, che son venute dentro la chiusa rotonda dal canale più basso agli altri due superiori, si chiudono le tre porte, e l'acqua scendendo nella chiusa da sopra, la riempie a poco a poco, sollevando le barche. Quando quelle che han da entrare nel canale medio sono state elevate a questo livello, si apre la porta di esso, vi entrano, e lo percorrono. Indi si chiude questa porta, e l'acqua superiore continuando a cadere nella chiusa, le barche che deggion entrare nel canale superiore, son a poco a poco sollevate; ed introdotte in questo, continuano la loro strada. Si ha con ciò il bellissimo spettacolo di vedere più barche camminare per piani di varia altezza.

Lo sbocco d'un canale di navigazione (*Seuil*) si fa o nel mare, o in due fiumi navigabili,

che col mare comunicano, o in una laguna che ha la sua comunicazione col mare, come si verifica nella branca orientale del canale della Linguadoca, la quale ha due comunicazioni col mediterraneo, e queste mercè il *grau d' Agde*, e la laguna *Thau* di *Sète*. La branca occidentale mette foce nella *Garonna* in Tolosa, siccome abbiam veduto. Nella scelta de' punti dello sbocco, bisogna scegliere sempre quelli che hanno una maggiore profondità, onde proccurare un porto al canale, oggetto molto vantaggioso pel commercio. Questo tale vantaggio non si verifica nella suddetta branca occidentale in Tolosa, poichè la Garonna in cui sbocca il canale, ha un fondo basso, originato dalla così detta diga *du Bazacle*, costrutta a traverso del fiume, onde proccurare una cascata ai mulini, che vi sono stabiliti, tra quali quello costrutto da *M. Ovide* a tre mole, con meccanismi diversi onde trebbiare il grano, nettarlo, inalzarlo sul mulino, e stacciare la farina, è il più bello di quanti ne abbia io veduti. La diga costrutta sul fiume avendo impedita la celerità delle sue acque, le materie non vengon tutte portate via dalla corrente, per cui il fondo della Garonna si è inalzato, e perciò vi bisognan ora 20 battelli piccioli, per ricevere il carico di un solo di quelli, che scendono dal gran canale.

Darò fine a questo travaglio osservando,

che tanto il gran bacino, ossia lago artificiale d'un canale di navigazione, quanto il canale istesso han da essere da tempo in tempo nettati dalle terre che vi depositano le acque, senza di che resterebbero a poco a poco colmati dalle melme. A tal effetto si votano le acque, restando il gran bacino a secco, per nettarlo, e farvi le convenienti ristaurazioni. Il gran bacino di *S. Ferriol* vien annualmente votato, nettato, e ristaurato nel mese di dicembre, ciò che richiede otto giorni di lavoro. In questo tempo il canale è alimentato dal fiume *Sor*, le di cui acque son condotte al punto di divisione in *Naurouse* dalla così detta fossa di condotta della piana (*Rigole de la plaine*) di sopra accennata. Similmente il canale è alimentato dall' altra fossa di condotta della montagna (*Rigole de la montagne*), la quale si devia dal gran bacino di *S. Ferriol* e propriamente prima dell' entrata che fa in questo nella parte superiore. Il deviamento si fa per mezzo di un' altra fossa, che cinge il bacino, e va a raggiugnere la fossa di uscita al di sotto del bacino istesso, per condurre le acque in *Naurouse*. Riguardo al canale, questo si netta parte a parte; cioè votando le ritenute l' una dopo dell' altra.

Questo riguarda il nettamento delle pietre, delle terre, e delle melme. Ma ne' canali di navigazione crescon anche nel fondo delle erbe

le quali diminuiscono il moto dell' acqua, e sono di ostacolo alle barche, siccome si verifica nella gran ritenuta del canale della Linguadoca. Conviene dunque tagliare queste erbe, ciò che si fa per mezzo di una falce circolare, stabilita al di sopra di un battello, la quale, tenuta in un sostegno di legname, si abbassa, e si alza verticalmente, nel mentre con un manubrio le vien dato un moto di rotazione, col quale le erbe son tagliate a quella profondità del canale, che si vuole.

FINE.

INDICE.